

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально науковий інститут (факультет) зварювання

Кафедра : Зварювального виробництва

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри

_____ 2021 р.
«___» _____

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему: «Розробка технології складання і зварювання кронштейну зі сталі
09Г2С під електропривод»

Виконав: студент 2127ст групи

_____ ***Ковіненко С.О.***

(підпис)

Керівник роботи:

(посада, науковий ступень вчене звання)

_____ ***Мартиненко В.О.***

(підпис)

Миколаїв – 2021 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально науковий інститут (факультет) зварювання

Кафедра Зварювального виробництва
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
Освітня програма Бакалавр

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Гарант освітньої програми

(підпис)
«___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Студенту : Ковіненко Сергій Олександрович
(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка технології складання і зварювання кронштейну зі сталі 09Г2С під електропривод

Керівник роботи к.т.н., доцент Мартіненко Володимир Олександрович
Затверджені наказом ректора № _____ від «___» _____ 2021 року

2. Термін подання роботи: _____

3. Вихідні дані по роботі: Креслення виробу, матеріал 09Г2С, річна програма 100 шт.

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів) _____
Загальна характеристика конструкції, характеристики основного металу, типові характеристики складання і зварювання; призначення типів і розмірів зварних з'єднань, обґрунтування виробу способів зварювання, розрахунок режимів зварювання, розрахунок термічного циклу, принципова послідовність складання і зварювання, методи контролю та випробування; аналіз небезпечних і шкідливих факторів при складанні і зварюванні конструкції

5. Перелік презентаційних матеріалів: 1)Складальне креслення, 2) Зварні з'єднання, 3)Розрахунок режимів зварювання, 4)Розрахунок термічного циклу, 5) Технологія виготовлення кронштейну.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	к.т.н., доцент Мартіненко Володимр Олександрович		
2	к.т.н., доцент Мартіненко Володимр Олександрович		
3	к.т.н., доцент Мартіненко Володимр Олександрович		
4	к.т.н., доцент Мартіненко Володимр Олександрович		
5	к.т.н., доцент Мартіненко Володимр Олександрович		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз особливостей конструкції, матеріалу	20.02.2021р.	
2.	Аналіз структури і властивостей зварних з'єднань	10.05.2021р.	
3.	Технологічний процес складання та зварювання конструкції	15.04.2021р.	
4.	Охорона праці	11.05.2021р.	
5.	Економічний розділ	04.06.2021р.	
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Студент

_____ (підпис)

Ковіненко С.О.

_____ (ПІБ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Мартиненко В.О.

_____ (ПІБ)

АНАТАЦІЯ

У дипломній роботі виконана розробка складання та зварювання кронштейна зі сталі 09Г2С під електропривод. Був проведений аналіз конструкції, дана характеристика основного металу. Приведені типові технології складання та зварювання конструкції.

Вибрані та обґрунтовані способи зварювання, виконаний розрахунок режимів зварювання, термічних циклів з наданням аналізу структури ЗТВ.

Розроблений технологічний процес складання-зварювання кронштейну з обґрунтуванням вибору зварювальних матеріалів та обладнання, приведені методи контролю.

В розділі «Охорона праці» наданий аналіз небезпечних та шкідливих факторів та розроблені заходи, щодо їх усунення.

Розраховано собівартість виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску виробів.

Загальний вміст пояснювальної записки складає 76 аркушів та містить 5 розділів.

Робота включає в себе графічну частину, яка складається з одного креслення та чотирьох плакатів. Загальна кількість графічної частини 5 аркушів.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANNOTATION

The thesis work done to development of technology for assembly and welding of a bracket made of steel 09G2S for electric drive.

We analyzed the structure, given the characteristics of the base metal. Are typical assembly and welding technology design guide.

Welding methods are selected and substantiated, welding and thermal cycles are calculated, analysis of the structure of the thermal cycle zone is provided. The technological process of assembly-welding with guiding rationale for the selection of welding materials and equipment are provided methods of control.

In the section "Occupational Safety" provided an analysis of dangerous and harmful factors and measures have been developed to address them.

Calculated cost of performing welding operations in the production of the annual program of release of products.

The total content of the explanatory note is 76, 5 sheets and contains sections.

The work includes a graphical part, which consists of one figure and four posters. The total amount of the graphics 5 sheets.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. Загальні характеристики конструкції та матеріалу.....	9
1.1. Загальна характеристика конструкції.....	9
1.2. Загальні характеристики основного металу.....	11
1.3. Типові технології складання і зварювання кронштейну.....	14
Висновки та завдання дипломного проекту.....	15
РОЗДІЛ 2 Зварні з'єднання конструкції. Аналіз структури і особливостей зварних з'єднань.....	17
2.1. Характеристика зварних з'єднань. Типи та розміри зварних з'єднань	17
2.2. Обґрунтування способів зварювання.....	18
2.3. Розрахунок режимів зварювання	20
2.4. Розрахунок термічного циклу зварювання та визначення очікуваної структури зварних з'єднань.....	26
Висновки.....	32
РОЗДІЛ 3. Технологічний процес складання та зварювання конструкції.....	34
3.1. Принципова послідовність складання та зварювання конструкції.....	35
3.2. Обґрунтування зварювальних матеріалів.....	36
3.3. Обґрунтування вибору зварювального устаткування, складально-зварювальних пристроїв.....	38
3.4. Методи контролю якості зварних з'єднань та виправлення дефектів.....	40
Висновки.....	42
РОЗДІЛ 4. Охорона праці під час проведення зварювальних робіт конструкції	44
4.1. Захист від враження електричним струмом.....	44
4.2 Захист від променів електричної дуги.....	46
4.3 Захист від бризок, продуктів горіння, попередження вибухів.....	47
4.4 Протипожежні заходи.....	47
4.5 Розрахунок, робочого заземлення.....	48
Висновки.....	54
РОЗДІЛ 5. Розрахунок собівартості виконання складальних і зварювальних робіт під час виготовлення кронштейну під електропривод.....	56
5.1. Розрахунок собівартості зварювальних матеріалів.....	56
5.2. Витрати на заробітну плату.....	60
5.3. Витрати на технологічну електроенергію.....	62
5.4. Витрати на амортизаційні відрахування та поточний ремонт зварювального обладнання.....	63
Висновок.....	64
Загальні висновки.....	65
Список використаних джерел.....	66
Перелік графічної частини.....	67
Специфікація креслення.....	68
Додатки.....	70

ВСТУП

Механізоване зварювання, що дозволяє зробити процес з'єднання металів, знаходить широке і все зростаюче застосування у всіх промислово розвинених країнах світу. Економічний розвиток нашої країни ґрунтується на науково-технічному прогресі, пріоритетними напрямками якого є комплексна механізація і автоматизація виробничих процесів, широке впровадження у виробництво нових конструкційних матеріалів і високоефективних технологічних процесів, раціональне використання матеріальних і енергетичних ресурсів.

У реалізації цих напрямків в машинобудуванні, в будівництві, на транспорті і в інших галузях значна роль відводиться прогресивним технологіям зварювання і споріднених процесів. Відомо близько 70 способів зварювання, із застосуванням яких створюються монолітні з'єднання металів, неметалів, а також різнорідних матеріалів товщиною від кількох мікрометрів до кількох метрів при виробництві автомобілів, рухомого складу залізниць, енергетичної та хімічної апаратури і багатьох інших зварних конструкцій відповідального призначення. Об'єктом проектування є технологічний процес зварювання.

Метою дипломного проекту є процес виготовлення кронштейну під електропривод. Розроблюваний технологічний процес зварювання повинен не тільки забезпечувати отримання надійних зварних з'єднань і конструкцій, що відповідають всім експлуатаційним вимогам, але повинен також допускати максимальну ступінь механізації і автоматизації виробничих процесів виготовлення виробу.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.01.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Загальні характеристики конструкції та матеріалу		
Студент		Ковіненко С.О.					
Керівник		Мартиненко В.О					
Консульт		.					
Н контр		.					
Зав.кафед		Квасницький В.Ф			НУК ім. Адм. Макарова		
					Літ.	Арк.	Акрушів
						8	8

1. Загальні характеристики конструкції та матеріалу

1.1 Загальна характеристика конструкції

Сучасний електропривод — це сукупність електродвигуна, який є джерелом механічної енергії, апаратури керування і захисту, а також механічної, гідравлічної або електричної передачі. Електроприводи є основними споживачами електричної енергії (до 60 %) і головним джерелом механічної енергії в промисловості.[1]

До групи об'ємних вузлів входить велика кількість конструкцій, різноманітних за своїм призначенням, розмірами і формою. Серед них можуть бути названі невеликі циліндричні конструкції (цистерни, барабани та ін.), Різні фундаменти і підкріплення, кронштейни під механізми, пристрої й устаткування, тому даний кронштейн під електропривод можна віднести до цієї групи

Характерною ознакою цієї групи є відносно мала протяжність, спів мірна у всіх трьох напрямленнях, а також наявність великого числа пересічних коротких зварних швів. Велике розмаїття конструктивних форм і розмірів ускладнює угруповання цих вузлів за технологічним принципом при виборі загального порядку виготовлення.

Для конструкцій фундаментів загальними рисами є:

1. Значне число коротких швів при невеликому загальному обсязі зварювання (ці шви знаходяться в різних просторових положеннях).

2. Підвищені вимоги щодо площинності або заданого обводу опорних поверхонь в межах встановлених допусків.

3. Підвищені вимоги до відсутності технологічних підрізів не проварів на кінцях швів, кратерів, зсувів пересічних елементів і ін. (ці вимоги виникають у зв'язку з тим, що на деякі фундаменти діють знакозмінні навантаження від працюючих механізмів).

4. Забезпечення технологічної жорсткості на останньому етапі складання і зварювання, тобто при остаточній установці попередньо звареного фундаменту на його штатне місце.

5. Велике число складових деталей різноманітної форми і товщини, що збільшує трудомісткість складальних і зварювальних операцій.

6 Різноманітні форми оброблення крайок під зварювання, що пояснюється різними товщинами застосовуваних деталей, а також необхідністю забезпечити повне проплавлення стінок в таврових з'єднаннях вузлів, що працюють під дією знакозмінного навантаження.[6]

Кронштейн (креслення ДП.131.6.2127ст.14.05.01.СК) має наступні характеристики:

-довжина - 1079 мм;

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.01.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- висота - 582 мм;
- ширина - 480 мм;
- матеріал кронштейна - сталь 09Г2С.

До складу кронштейну входять:

- полиця;
- діафрагма;
- дві стінки;
- фланець;
- чотири ребра жорсткості;
- нижній пояс.

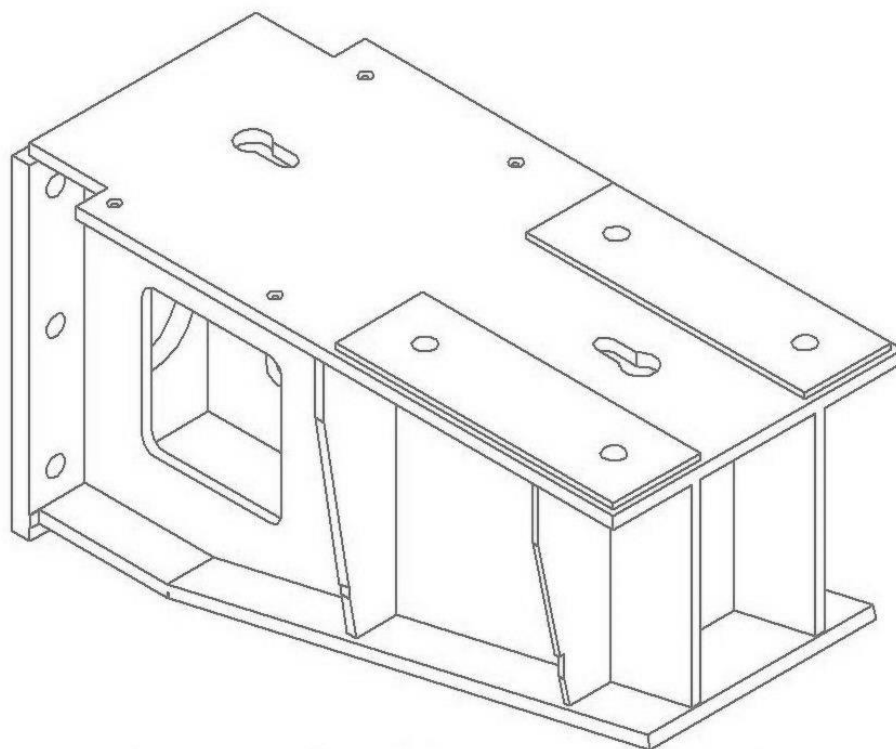


Рис.1.1. Загальний вигляд кронштейну під електропривод

Що стосується зварювальних робіт, то повної автоматизації їх при виготовленні даних вузлів досягти не вдається через малу протяжності швів (до того ж, що перетинаються і розташованих в різних просторових положеннях). З іншого боку, невелика протяжність самих конструкцій дозволяє вигідно застосовувати маніпулятори або позиціонери, на яких виконується механізоване зварювання під флюсом або в середовищі захисних газів. Слід зазначити, що за винятком розглянутих об'ємних вузлів, всі інші вузли і секції суднових корпусних конструкцій мало пристосовані для зварювання в універсальних позиціонерах. Тому число одиниць таких механізмів або маніпуляторів в корпусних зварювальних цехах зазвичай вельми обмежена.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Зварювальні деформації при виготовленні об'ємних вузлів внаслідок підвищеної жорсткості зварювальних елементів, труднощів не викликають. Тому до попередніх зворотних деформацій в них, як правило, не вдаються.

Виготовлені вузли перед подачею їх на наступні операції повинні бути перевірені з точки зору відповідності їх форми кресленням і розмірам, а також якості зварних швів.[6]

Елементи кронштейну з'єднуються між собою кутовими, тавровими та напусковими з'єднаннями.

1.2. Загальні характеристики основного металу

Низьколеговані сталі отримали широке застосування, у зв'язку з тим, що вони, мають підвищені механічні властивості, дозволяють виготовляти машинобудівні конструкції більш легкими і економічними.

Кронштейн виготовляється із сталі 09Г2С. Для розробки технології виготовлення кронштейну в дипломному проекті проведемо аналіз особливостей зварювання сталі 09Г2С.

Сталь 09Г2С відноситься до низьколегованих сталей, загальна кількість легованих елементів не перевищує 2,5% (на відміну від високолегованих, де цей показник понад 10%). Основне призначення цієї сталі - використання її для зварних конструкцій.

При зварюванні листів 09Г2С, товщина яких не перевищує 40 мм, застосовують спосіб без оброблення крайок. Міцність по всій довжині зварного шва забезпечується переходом легувальних елементів в метал шва із електродного дроту. При багатошаровому зварюванні краще застосовувати каскадний метод з використанням струмів 40-50 А на 1 мм діаметра електрода. Рекомендована товщина електрода - 4-5 мм. При зварюванні більш товстих листів краще використовувати багатошарову зварювання з невеликими часовими проміжками перед накладенням наступних шарів. При дугового зварювання кромки з різною товщиною більшу частину дуги потрібно направляти на більш товсту кромку і параметри струму вибирати по ній же. Для того, щоб усунути загартування і підвищити твердість шва слід нагріти виріб до 650 ° С, витримати при цій температурі (час витримки залежить від товщини матеріалу, в середньому дається 1 година на кожні 25 мм товщини). Після цієї процедури виріб потрібно охолодити на повітрі або в гарячій воді.

Широке поширення і популярність стали 09Г2С пояснюється тим, що її високі механічні властивості дозволяють економити при виготовленні машинобудівних конструкцій. Більш того, такі конструкції мають меншу вагу. Області застосування цієї марки сталі вельми різноманітні. З неї виготовляються елементи і деталі зварних металевих конструкцій, які можуть працювати при температурах від -70 ° С до + 450 ° С. Після гартування і відпуску з цього сплаву можна виготовляти деталі трубопровідної арматури.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.01.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стійкість до низьких температур дозволяє застосовувати трубу 09Г2С в умовах крайньої півночі для прокладки нафто-газопроводів Хімічний і механічний склад сталі 09Г2С наведено в таблиці 1.1 і таблиці 1.2

Таблиця 1.1 Хімічний склад сталі 09Г2С,% мас.[4]

С	Si	Mn	Ni	S	P	N	Cr	Cu	As	Fe
до 0,12	0,5÷0,8	1,3÷1,7	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,008	до 0,3	до 0,3	до 0,08	~96- 97

Поверхня прокату повинна бути чистою, без тріщин, бульбашок, вкатаним або невитравленої окалини, сторонніх включень і темних плям. Дефекти місцевого характеру допускається видаляти шляхом зачистки за умови, що граничні мінусові відхилення по товщині листів не будуть перевищувати допустимі.

Таблиця 1 2 Механічні властивості стали 09Г2С. [4]

Показник	Межа міцності, МПа	Межа плинності, МПа	Макс відносне подовження, %	Зварюваність	Схильніс ть до відпускн ої крихкост і
Значення	500	350	18	Без обмежень	Не схильна

У порівнянні з високовуглецевими низьколеговані сталі володіють більш високою межею плинності, зниженою схильністю до механічного старіння, підвищеною холодостійкістю, кращою корозійною стійкістю. Так як вуглецю в сталі мало, то зварювання її не потребує створення спеціальних умов, причому сталь не гартується і не перегрівається в процесі зварювання, завдяки чому не відбувається зниження пластичних властивостей або збільшення її зернистості. До плюсів застосування цієї сталі можна віднести також те, що вона не схильна до відпускнуї крихкості і її в'язкість не знижується після відпуску. Вище наведеними властивостями пояснюється широке використання сталі 09Г2С .

Оцінка зварюваності сталі 09Г2С

Зварюваність – це здатність сталі даного хімічного складу давати при зварюванні тим чи іншим способом формувати високоякісне зварне з'єднання без тріщин, пор і інших дефектів. Від хімічного складу сталі залежить її структура і фізичні властивості, які можуть змінюватися під впливом

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

нагрівання і охолодження металу при зварюванні. На зварюваність сталі впливає вміст у ній вуглецю і легувальних елементів. При оцінці зварюваності сталі її хімічний склад є визначальним. За цим показником в першому наближенні проводять оцінку зварюваності. При оцінці впливу хімічного складу на *зварюваність сталей*, крім вмісту вуглецю, враховується також вміст інших легувальних елементів, що підвищують її схильність до гартування. Це досягається шляхом перерахунку вмісту кожного легувального елемента сталі в еквіваленті за дією на її гартуваність з використанням перевідних коефіцієнтів, визначених експериментально. Сумарний вміст в сталі вуглецю та перерахованих еквівалентних йому легувальних елементів називається вуглецевим еквівалентом. Для його розрахунку існує ряд формул, складених за різними методиками, які дозволяють оцінити вплив хімічного складу низьколегованих сталей на їх зварюваність.

Досить часто розрахунки еквівалентного вмісту вуглецю для вуглецевих і низьколегованих конструкційних сталей перлітного класу виконуються за формулою Сефериана.

$$C_{\text{екв.}} = C + \text{Mn}/9 + \text{Cr}/9 + \text{Ni}/18 + 7\text{Mo}/90 \text{ (метод Сефериана)}$$

$$C_{\text{екв.}} = 0,09 + 1,3/9 + 0,3/9 + 0,3/18 = 0,28\%$$

За зварюваністю сталі умовно поділяють на чотири групи: добре зварювані, задовільно зварювані, обмежено зварювані, погано зварювані.

До першої групи відносяться найпоширеніші марки низьковуглецевих і легуваних сталей ($C_{\text{екв.}} \leq 0,38$), зварювання яких може бути виконана за звичайною технологією, тобто без підігрівання до зварювання і в процесі зварювання, а також без наступної термообробки. Литі деталі з великим об'ємом наплавленого металу рекомендується зварювати з проведенням проміжної термообробки. Для конструкцій, що працюють в умовах статичних навантажень, термообробку після зварювання не виконують. Для відповідальних конструкцій, що працюють при динамічних навантаженнях або високих температурах, термообробка рекомендується.

До другої групи відносять вуглецеві і легувані сталі ($C_{\text{екв.}} = 0,39-0,45$), при зварюванні яких в нормальних умовах, тріщин не утворюються. До цієї групи входять сталі, які для запобігання утворення тріщин необхідно проводити попереднє нагрівання, а також піддавати подальшій термообробці.

Термообробка до зварювання залежить від марки сталі і конструкції деталі. Для виливків із сталі 30Л обов'язкове відпалювання. Деталі машин з прокату або поковок, які не мають жорстких контурів, можна зварювати в термічно обробленому стані (гартування і відпуск). Зварювання таких сталей при температурі навколишнього середовища нижче 0°C не рекомендується.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Зварювання деталей з великим об'ємом наплавленого металу рекомендується проводити з проміжною термообробкою (відпал або високий відпуск).[5]

Зварювання сталі 09Г2С можлива як при підігріві до 100-120 ° С, з наступною термічною обробкою, так і без підігрівання і обробки. Хороша зварюваність сталі забезпечується завдяки низькому (менше 0,28%) вмісту вуглецю. Якщо вуглецю більше, то в звареному шві можуть утворюватися мікропори при вигорянні вуглецю і гартівні структури, що погіршує якість шва. Ще одна перевага цієї марки полягає в тому, що сталь 09Г2С не схильна до відпускнуї крихкості, тобто її в'язкість не знижується після процедури відпуски. Вона також стійка до перегріву і утворення тріщин

1.3. Типові технології складання і зварювання кронштейну

Кронштейн-це консольна опорна деталь, або конструкція, що служить для кріплення на вертикальній площині виступаючих або висунутих в горизонтальному напрямку частин машин або споруд. Конструктивно кронштейн може виконуватися у вигляді самостійної деталі або багато детальної конструкції з розкосами, а також у вигляді значного потовщення в базовій конструкції деталі.

Оскільки тип виробництва кронштейна - масове, враховуючи, що конструкція є відповідальною, не габаритною, має не значну довжину швів, використовуємо механізоване зварювання в Ar+CO₂ (суміш 82% аргону і 18% діоксиду вуглецю).

Технологія виготовлення даного кронштейну схожа з технологією виготовлення балок коробчастого перетину

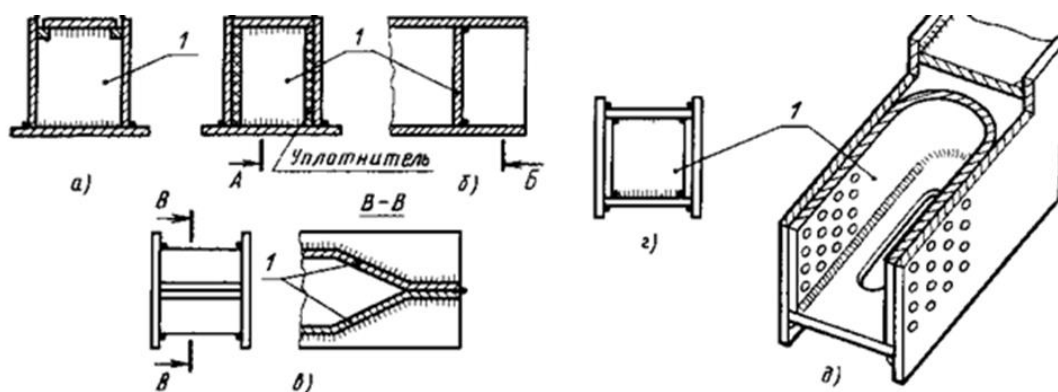


Рис.1.2 Поперечні перерізи зварних коробчатих балок

Спочатку на стелаж укладається верхній пояс чи полиця, розставляються і прикладаються діафрагми. Така послідовність визначається необхідністю створення твердої основи для подальшої установки і забезпечення прямолінійності бічних стінок, а також їх симетричне розташування щодо

верхнього пояса. Після приварювання діафрагм установлюються притиски і приварюються бічні стінки. Потім зібраний П- подібний профіль приварюють стінками до діафрагм. Збирання закінчують установкою нижнього пояса. Зварювання поясних швів роблять похилим електродом без повороту «в ялинку». Це розуміється тим, що підріз у поясного шва менш небезпечний, чим для двотавра, оскільки в таких балках зосереджені сили, що передаються з пояса на стінку головним чином через перпендикулярні діафрагми. [8]

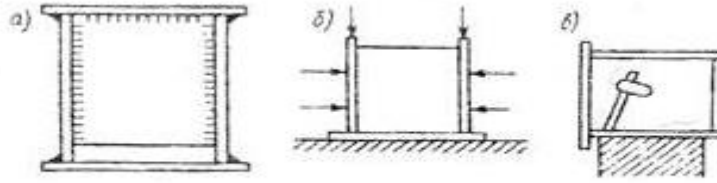


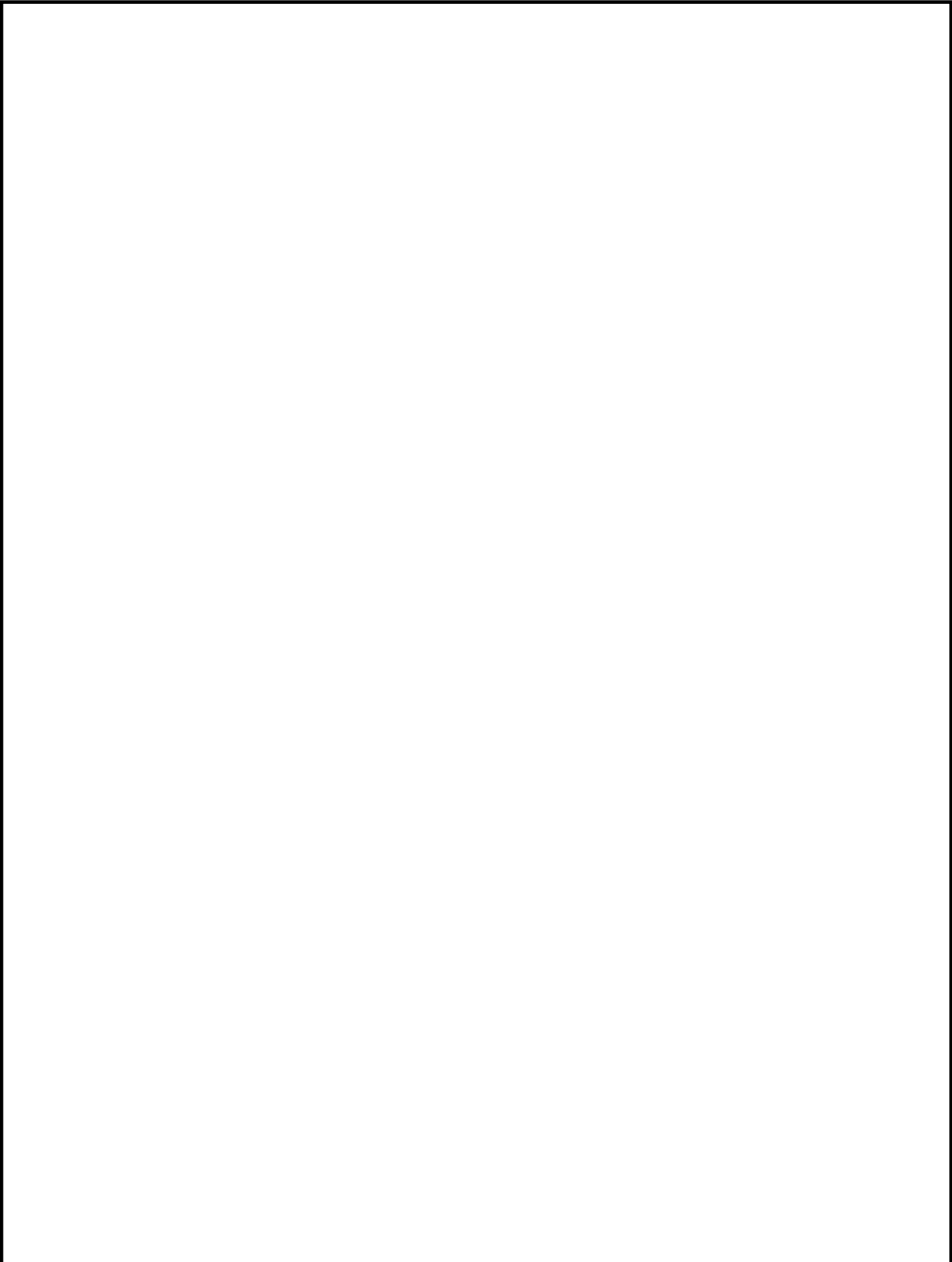
Рис1.3 Виготовлення балок коробчастого перетину
а – переріз балки; б - установка бічних стінок; в - зварювання внутрішніх швів.

Висновки та завдання дипломного проекту

Аналіз сучасних технологій складання та зварювання кронштейну і вивчення конструктивних особливостей кронштейну під електропривод показали, що в цілому даний кронштейн є технологічною конструкцією, що дозволяє застосовувати механізовані способи складання та зварювання.

На підставі проведеного аналізу для досягнення поставленої мети розробки технології складання і зварювання кронштейну під електропривод необхідно розв'язати наступні задачі:

- 1.Зробити раціональну послідовність складання і зварювання кронштейну;
- 2.Вибрати способи зварювання для виготовлення кронштейну;
- 3.Вибрати зварювальні матеріали;
- 4.Розрахувати режим зварювання основних зварних з'єднань;
- 5.Визначити очікувальну структуру зварних з'єднань;
- 6.Виявити можливі дефекти зварних з'єднань;
- 7.Вибрати зварювальне устаткування .Розрахувати собівартість складальних і зварювальних робіт виготовлення кронштейну під електропривод;
- 8.Розглянути питання щодо охорони праці та техніки безпеки під час виготовлення кронштейну під електропривод.



					ДП 6.131.2127СТ.11.05.02.ПЗ									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Зварні з'єднання конструкції. Аналіз структури і особливостей зварних з'єднань				Літ.		Арк.	Акрушів		
Студент		Ковіненко С.О.										16	12	
Керівник		Мартиненко.В.О							НУК ім. Адм. Макарова					
Консульт		.												
Н контр		.												
Зав.кафед		Квасницький В.Ф												

2.Зварні з'єднання конструкції. Аналіз структури і особливостей зварних з'єднань

2.1. Характеристика зварних з'єднань. Типи та розміри зварних з'єднань

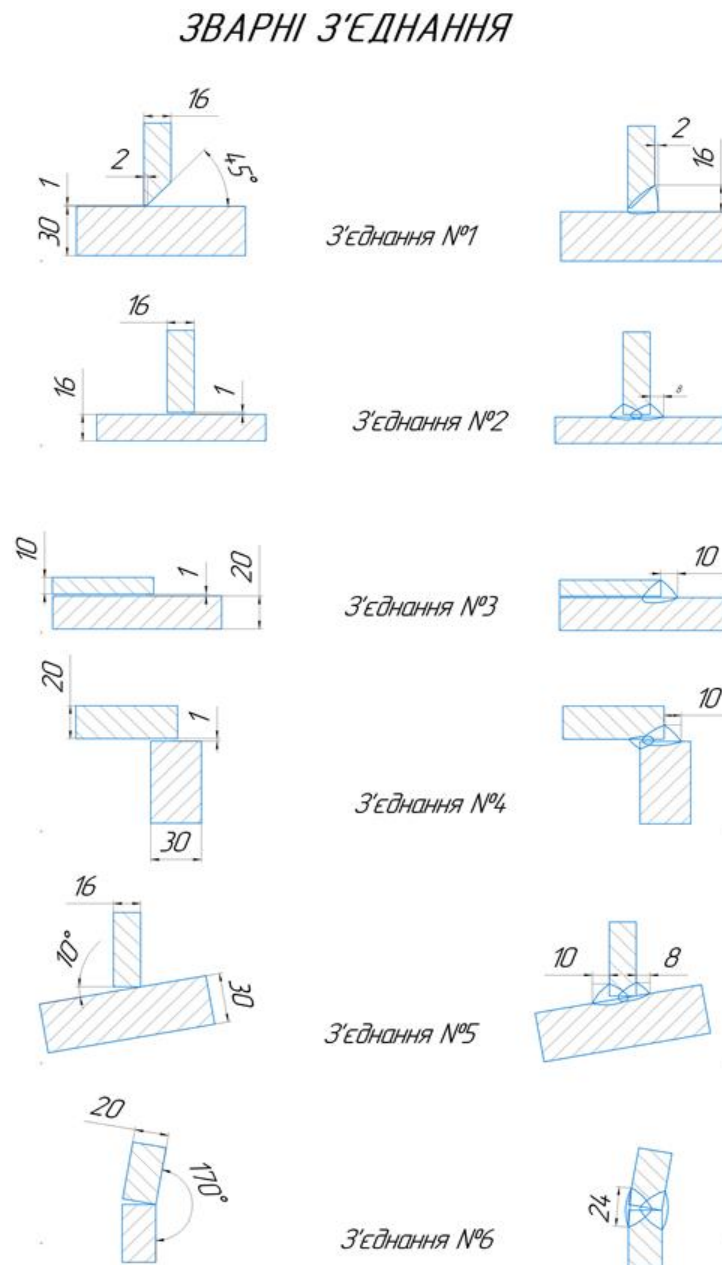


Рис.2.1 Зварні з'єднання кронштейну

Для виготовлення кронштейну використовують наступні зварні з'єднання:

- З'єднання №1 Таврове з скосом однієї кромки однобічне;
- З'єднання №2 Таврове з'єднання без скоса крайок двобічне;
- З'єднання №3 З'єднання внапуск без скоса крайок;

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- З'єднання №4 Кутове з'єднання без скося крайок;
- З'єднання №5 Таврове з'єднання без скося крайок двобічне;
- З'єднання №6 Кутове з'єднання без скося крайок двобічне.

2.2. Обґрунтування способів зварювання

Ручне дугове зварювання. Ручним дуговим зварюванням (РДЗ) називають зварювання штучними електродами, при якому подача електрода і переміщення дуги уздовж країв, що зварюються, здійснюється вручну.

При ручному дуговому зварюванні сталей переважне застосування мають металеві покриті електроди, що плавляться (рис.2.3)

Основний обсяг робіт при ручному дуговому зварюванні виконується електродами діаметром 3-6 мм при струмі 120–350 А і напрузі дуги 18–30 В. Ручним дуговим зварюванням можна виконувати шви різного виду, призначення і у всіх просторових положеннях.

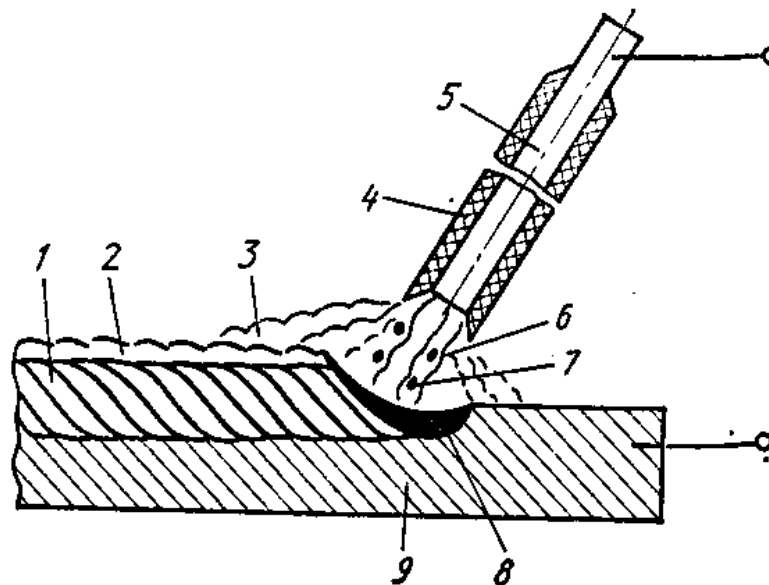


Рис. 3. Схема ручного дугового зварювання металевим покритим електродом:

1 – зварний шов; 2 – газова шлакова корочка; 3 – захисна газова атмосфера; 4 – електродне покриття; 5 – електродний стержень; 6 – електрична дуга; 7 – краплі електродного металу; 8 – зварна ванна; 9 – заготовка

При дуговому зварюванні штучними електродами метал шва формується в основному за рахунок електродного металу і цим визначається продуктивність процесу.[9]

Автоматичне зварювання під флюсом. При зварюванні під флюсом (рис. 2.4) дуга горить між кінцем електродного дроту і металом, що зварюється. Ролики механізму подачі просувують електродний дріт в зону зварювання.

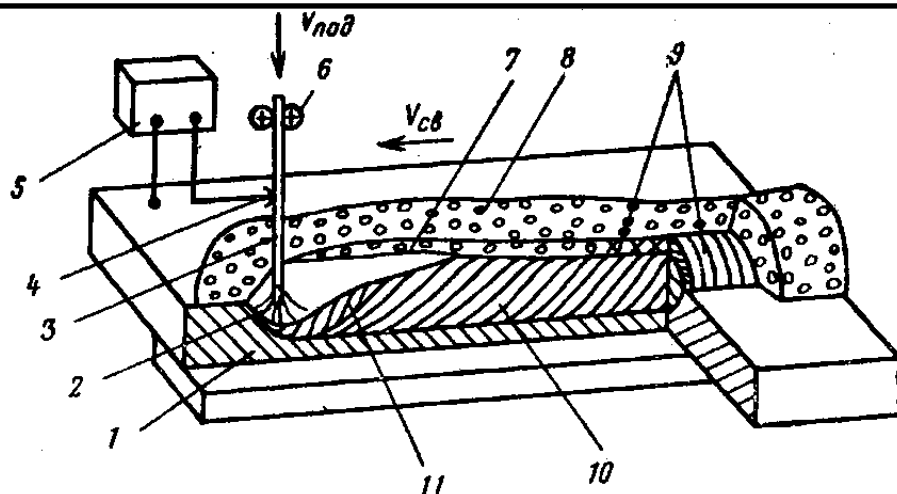


Рис.2.4. Схема зварювання під флюсом:

$V_{под}$, $V_{св}$ - швидкості подачі і зварювання; 1 - метал, що зварюється; 2 - дуга; 3 - електродний дріт; 4 – струмопідвод; 5 - джерело струму; 6 - ролик, що подає; 7 – розплавлений шлак; 8 - флюс; 9 – шлакова корочка; 10 - метал шва; 11 - метал зварювальної ванни

Зварювальний струм від джерела підводиться через електроконтакти ковзання до електродного дроту і постійним контактом до виробу. Зварювальна дуга горить у газовому пузырі, що виникає між розплавленим флюсом і поверхнею розплавленого металу зварювальної ванни. Метал шва утвориться в результаті кристалізації спільно розплавлених дугою металів електрода і виробу (основного металу). Розплавлений флюс, кристалізуючись, створює на поверхні шва шлакову корочку. Використовуваний для зварювання флюс засипається перед дугою з бункера шаром товщиною 40 – 80 мм і шириною 40–100 мм (чим більше ширина шва, тим більше товщина і ширина шару флюсу). В результаті горіння дуги під шаром флюсу втрати металу на угар і розбризкування не перевищують 3%. Для зварювання використовується змінний і постійний струм прямої чи зворотної полярності. Відсутність на дроті покриття, як при ручному зварюванні, знімає обмеження і по максимальній температурі нагрівання вильоту електрода. Високі значення сили зварювального струму визначають підвищену глибину проплавлення основного металу. У результаті при зварюванні під флюсом без оброблення країв, що зварюються, можна зварити метал більшої товщини, чим при ручному дуговому зварюванні покритими електродами.[9]

Механізоване зварювання в середовище захисних газів.

Механізоване зварювання в середовищі захисних газів (НДЗ) в останні роки набув широкого застосування в промисловості і при будівельно-монтажних роботах. Існує кілька різновидів дугового зварювання в захисних газах, схеми яких наведені на рис. 2.5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 6.131.2127СТ.11.05.02.ПЗ

Арк.

19

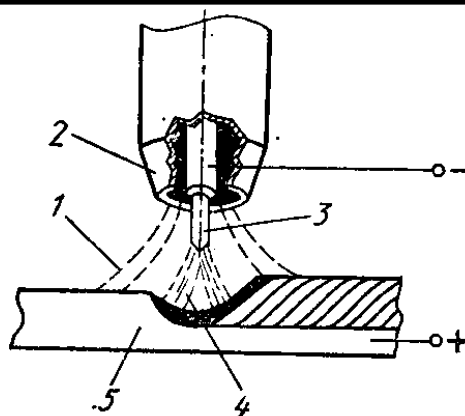


Рис. 2.5. Схема дугового зварювання в атмосфері захисних газів:

1 – потік газу; 2 – сопло; 3 – електрод (дріт);

4 – зварювальна дуга; 5 – заготовка

Зварювання може виконуватися звичайним вольфрамовим електродом, що не плавиться, або електродом, що плавиться. У першому випадку зварний шов утворюється за рахунок розплавлення країв виробу і, якщо необхідно, в зону дуги подача присадного дроту. Електрод, що плавиться, у процесі зварювання розплавляється і бере участь в утворенні металу шва. Для захисту застосовуються три групи газів: інертні (аргон, гелій); активні (вуглекислий газ, азот, водень та ін.); суміші газів інертних і активних. Вибір захисного газу визначається хімічним складом металу, що зварюється, вимогами, пропонованими до властивостей зварного з'єднання; економічністю процесу й інших факторів.[9]

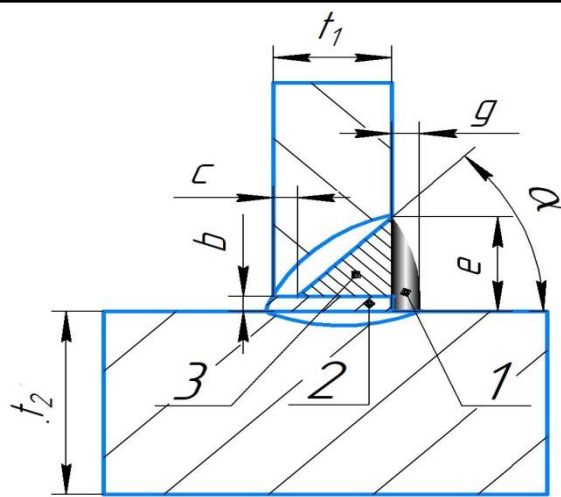
Суміш інертних газів з активними рекомендується застосовувати для підвищення стійкості дуги, збільшення глибини проплавлення і форми шва, металургійної обробки розплавленого металу, підвищення продуктивності зварювання.

Для виготовлення кронштейну приймаємо механізоване зварювання в середовищі захисних газів. Ручне дугове зварювання не продуктивне, вимагає великої затрати часу. Застосування зварювання під флюсом для з'єднання малої довжини недоцільно, оскільки коефіцієнт наплавлення і продуктивність зварювання в захисному газі вище, ніж у зварювання під флюсом. Для зварювання сталі 09Г2С застосовують зварювання плавким електродом в суміші газів К18 (суміш 82% аргону і 18% діоксиду вуглецю). Зварювання ведуть на постійному струмі зворотної полярності, використовуючи режими, що забезпечують струменеве перенесення електродного металу.

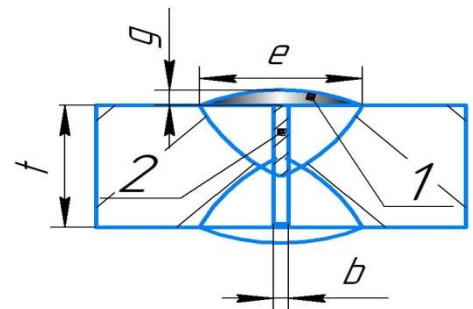
2.3. Розрахунок режимів зварювання

В даному дипломному проекті розглянемо зварні з'єднання №1 та №6. За тещо кутове з'єднання №6 має кут 170° доцільно його розглядати як стикове без скошу крайок.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.02.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



З'єднання №1



З'єднання №6

Рис2.6. Зварні з'єднання ГОСТ 14771-76-№1 Т6, ГОСТ 23518-79- №6 – УЗ:

1 – підсилення шва, 2 – площа шва, що заповнює зазор, 3 – площа шва, що заповнює розробку кромки, b – зазор, мм, e – ширина шва, мм, g – підсилення шва, мм

Таблиця 2.1 Розміри зварних деталей та швів.

Шов	c , мм	t_1 , мм	t_2 , мм	b , мм	e , мм	g , мм	α , град
№1	2	16	40	1	16	2	45°
№6	-	20	20	1	24	1	-

Зварне з'єднання №1

Загальна площа:

$$F_n = F_1 + F_2 + F_3, \text{ мм}^2$$

$$F_1 = 0,75 \cdot e \cdot g, \text{ мм}^2$$

$$F_1 = 0,75 \times 16 \times 2 = 24 \text{ мм}^2;$$

$$F_2 = b \cdot t_1, \text{ мм}^2$$

$$F_2 = 1 \times 16 = 16 \text{ мм}^2$$

$$F_3 = 0,5 \cdot (t_1 - c)^2 \cdot \tan \alpha, \text{ мм}^2;$$

$$F_3 = 0,5 \times (16 - 2)^2 \times \tan 45^\circ = 98 \text{ мм}^2;$$

$$F_n = 24 + 16 + 98 = 138 \text{ мм}^2$$

Зварне з'єднання №6

Загальна площа

$$F_n = F_1 + F_2, \text{ мм}^2;$$

$$F_1 = 0,75 \cdot e \cdot g, \text{ мм}^2$$

$$F_1 = 0,75 \times 24 \times 1 = 18 \text{ мм}^2;$$

$$F_2 = b \left(\frac{t}{2} + 1 \right), \text{ мм}^2;$$

$$F_2 = 1 \times \left(\frac{20}{2} + 1 \right) = 11 \text{ мм}^2;$$

$$F_H = 18 + 11 = 29 \text{ мм}^2$$

Таблиця 2.2 Розрахункові показники площі поперечного перерізу швів

Шов	$F_1, \text{мм}^2$	$F_2, \text{мм}^2$	$F_3, \text{мм}^2$	$F_H, \text{мм}^2$
№1	24	16	98	138
№6	18	11	-	29

Розрахунок режимів зварювання з'єднання ГОСТ 14771-76 –Т6

(Шов№1)

Вихідні дані:

1. Тип з'єднання – таврове з'єднання з одностороннім розробкою кромки; просторове положення – нижнє; товщина з'єднуваних елементів – $t_1 = 16 \text{ мм}$, $t_2 = 30 \text{ мм}$.
2. Спосіб зварювання – дугове зварювання в суміші захисних газів 82% Ar + 18% CO₂; електрод – дріт суцільного перерізу.

Основні параметри, що розраховуються:

діаметр електрода d_e , мм;

сила зварювального струму $I_{зв}$, А

напруга на дузі U_d , В;

швидкість зварювання $V_{зв}$, см/с або м/год;

швидкість подачі електродного дроту $V_{др}$, см/с або м/год;

кількість проходів;

витрата захисних газів, л/год і флюсів, кг/кг;

погонна енергія q_n , Дж/см;

продуктивність наплавлення G_H , кг/год.

Рекомендована схема розрахунку:

$$t \rightarrow d_e \rightarrow I_{зв} \rightarrow U_d \rightarrow F_H \rightarrow V_{зв} \rightarrow V_{др}.$$

В дипломному проекті пропонується використовувати у якості електрода дріт суцільного перерізу $d_e = 1.2 \text{ мм}$

Сила струму для механізованого та автоматичного зварювання

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$I_{3\phi} = (\pi d_e^2 / 4) \cdot j, \quad (2.1)$$

де j – допустима густина струму (вибирається у залежності від діаметра електродного дроту d_e) $j = 190 \text{ А/мм}^2$

$$I_{3\phi} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} 190 = 214 \text{ А}$$

Напруга на дузі розраховується за формулою

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} I_{3\phi} \pm 1, \text{ В} \quad (2.2)$$

де d_e підставляється в мм.

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} 214 \pm 1 = 30 \text{ В}$$

Швидкість зварювання $V_{3\phi}$ залежить від зварювального струму, площі поперечного перерізу наплавленого металу за один прохід F_i (мм²) і коефіцієнта наплавлення α_n і розраховується а формулою

$$V_{3\phi} = \frac{\alpha_n \cdot I_{3\phi}}{\gamma \cdot F_i}, \text{ м/год.}, \quad (2.3)$$

де γ – густина металу електродного дроту, для сталі $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$

Повна площа наплавленого металу F_n (мм²) визначається геометрією зварного з'єднання, а площа F_i шару наплавленого металу - способом зварювання. Для механізованого зварювання $F_i = 30 \dots 70 \text{ мм}^2$, але катет кутового шва z , що виконується за один прохід має бути $z \leq 8 \text{ мм}$. Загальна площа поперечного перерізу шва №1 складає 138 мм^2 , тому пропонується виконати перший прохід, що забезпечує $F_1 = 30 \text{ мм}^2$.

$$\alpha_n = \alpha_p (1 - \psi) \text{ з/А} \cdot \text{год.} \quad (2.4)$$

ψ – коефіцієнт втрат електродного металу, $\psi = (5 - 15)\%$

$$\alpha_p = (8,3 + \frac{0,22 \times I_{3\phi}}{d_e}) 10^{-4}, \text{ з/А} \cdot \text{с} \quad (2.5)$$

$$\alpha_p = (8,3 + \frac{0,22 \times 214}{1,2}) 10^{-4} = 47,53 \cdot 10^{-4} \text{ з/А} \cdot \text{с} = 17,1 \text{ з/А} \cdot \text{год}$$

$$\alpha_n = 17,1 (1 - 0,5) = 16,24 \text{ з/А} \cdot \text{год}$$

$$V_{3\phi} = \frac{\alpha_n \cdot I_{3\phi}}{\gamma \cdot F_i}, \text{ м/год.}, \quad (2.6)$$

$$V_{3\phi} = \frac{16,24 \cdot 214}{7,8 \cdot 30 \cdot 10^{-2}} = 14,9 \text{ м/год}$$

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Кількість проходів n розраховується за формулою

$$n = \frac{F_n - F_1}{F_i} + 1. \quad (2.7)$$

$$n = \frac{138-30}{30} + 1 = 4,6$$

Отже, зварне з'єднання виконується за 5 проходи.

Швидкість подачі дроту

$$V_{op} = \frac{4\alpha_p \cdot I_{zg}}{\gamma \cdot \pi \cdot d_e^2}, \text{ м/год} \quad (2.8)$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення електрода, який залежить від способу зварювання, діаметра електрода, роду та сили струму.

$$V_{op} = \frac{4 \cdot 17,1 \cdot 214}{3,14 \cdot 7,8 \cdot 1,2^2} = 415 \text{ м/год}$$

Продуктивність наплавлення розраховується як

$$G_n = \alpha_n I_{zg} \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год.} \quad (2.9)$$

$$G_n = 16,24 \cdot 214 \cdot 10^{-3} = 3,5 \text{ кг/год}$$

Погонна енергія:

$$q_n = \frac{I_{zg} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{zg}}, \text{ Дж/см,} \quad (2.10)$$

де η – ефективний ККД процесу нагріву (для ручного механізованого дугового зварювання у захисних газах $\eta = 0,7 \dots 0,75$).

$$q_n = \frac{214 \cdot 30 \cdot 0,7}{14,9 \cdot 10^{-2}} = 10858 \text{ Дж/см}$$

Розрахунок режимів зварювання зварного з'єднання ГОСТ 23518-76 – УЗ (шов №6)

Вихідні дані:

1. тип з'єднання – стикове, без розробки кромок, товщина з'єднуваних елементів – $t = 20\text{мм}$, визначаються за кресленням конструкції;

2. Спосіб зварювання – дугове зварювання в суміші захисних газів $88\% \text{Ar} + 18\% \text{CO}_2$; електрод – дріт суцільного пеперізу.

Основні параметри, що розраховуються:

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

діаметр електрода d_e , мм;

сила зварювального струму $I_{зв}$, А

напруга на дузі U_d , В;

швидкість зварювання $V_{зв}$, см/с або м/год;

швидкість подачі електродного дроту $V_{др}$, см/с або м/год;

кількість проходів;

витрата захисних газів, л/год і флюсів, кг/кг;

погонна енергія q_n , Дж/см;

продуктивність наплавлення G_n , кг/год.

Рекомендована схема розрахунку:

$$t \rightarrow d_e \rightarrow I_{зв} \rightarrow U_d \rightarrow F_n \rightarrow V_{зв} \rightarrow V_{др}.$$

Також в якості електрода дріт суцільного перерізу $d_e = 1.2$ мм

Силу струма визначаємо за формулою 2.1, допустима густина струму $j=180$ А/мм²:

$$I_{зв.} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} 180 = 203 \text{ А}$$

Напруга на дузі розраховується за формулою 2.2:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} 203 \pm 1 = 29 \text{ В}$$

Швидкість зварювання $V_{зв}$ залежить від зварювального струму, площі поперечного перерізу наплавленого металу за один прохід F_i (мм²) і коефіцієнта наплавлення α_n і розраховується за формулою 2.3 де γ – густина металу електродного дроту, для сталі $\gamma = 7,8$ г/см³

Повна площа наплавленого металу F_n (мм²) визначається геометрією зварного з'єднання, а площа F_i шару наплавленого металу - способом зварювання. Для механізованого зварювання $F_i = 30 \dots 70$ мм². Загальна площа поперечного перерізу шва №6 складає 64 мм², тому пропонується виконати перший прохід, що забезпечує $F_1 = 30$ мм².

$$\alpha_p = (8,3 + \frac{0,22 \times 203}{1,2}) 10^{-4} = 45,5 \cdot 10^{-4} \text{ г/А} \cdot \text{с} = 16,4 \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

$$\alpha_n = 16,4 (1 - 0,5) = 15,6 \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

ψ – коефіцієнт втрат електродного металу, $\psi = (5 - 15)\%$

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.02.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{\gamma \cdot F_i}, \text{ м/год.},$$

Швидкість зварювання :

$$V_{зв.} = \frac{15,6 \cdot 203}{7,8 \cdot 30 \cdot 10^{-2}} = 14 \text{ м/год}$$

Кількість проходів n розраховується за формулою 2.7:

$$n = \frac{F_n - F_1}{F_i} + 1.$$

$$n = \frac{64 - 30}{30} + 1 = 2,3$$

Отже, зварне з'єднання виконується за 2 проходи.

Швидкість подачі дроту за формулою 2.8 :

$$V_{др} \frac{4 \cdot 16,4 \cdot 203}{3,14 \cdot 7,8 \cdot 1,2^2} = 378 \text{ м/год}$$

Продуктивність наплавлення розраховується згідно формули 2.9:

$$G_n = 15,6 \cdot 203 \cdot 10^{-3} = 3,2 \text{ кг/год}$$

Погонна енергія за формулою 2.10:

$$q_n = \frac{203 \cdot 29 \cdot 0,7}{14 \cdot 10^{-2}} = 10597 \text{ Дж/см}$$

Таблиця 2.3. Розрахункові показники режимів зварювання

Зварювання	Шов	$I_{зв.}, A$	U_0, B	$V_{зв.} \text{ м/год}$	$V_{др.} \text{ м/год}$	n	$q_n, \text{ Дж/см}$
ДСТУ ISO	№1	214	30	14,9	415	5	10858
4063 - 131	№6	203	29	14	378	3	10597

2.4. Розрахунок термічного циклу зварювання та визначення очікуваної структури зварних з'єднань

Розрахунок термічного циклу точки ЗТВ, що нагрівається до температури $T_m = 1350 \text{ }^\circ\text{C}$ при механізованому зварюванні в суміші газів 82% Ar + 18% CO₂.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 2.4. Вихідні дані для розрахунку термоциклу ГОСТ 14771-76 –Т6 (Шов№1)

Найменування величини	Значення
Товщина зварюваних листів t , см	$t_1 = 1,6 \quad t_2 = 3$
Зварювальний струм $I_{зв}$, А	214
Напруга дуги U_d , В	30
Швидкість зварювання $V_{зв}$, см/с	0,41
Ефективний коефіцієнт нагрівання η	0,8
Температура нагрівання T_m , °С	1350
Вихідна температура виробу T_0 , °С	20
Коефіцієнт температуропровідності α , см ² /с	0,08
Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/см К	0,4
Коефіцієнт тепловіддачі α , Дж/см ² с К	0,003
Об'ємна теплоємність c_v , Дж/см ³ К	5,0

Таблиця 2.4. Вихідні дані для розрахунку термоциклу ГОСТ 23518-79-УЗ (шов №6)

Найменування величини	Значення
Товщина зварюваних листів t , см	$t=2$
Зварювальний струм $I_{зв}$, А	203
Напруга дуги U_d , В	29
Швидкість зварювання $V_{зв}$, см/с	0,39
Ефективний коефіцієнт нагрівання η	0,8
Температура нагрівання T_m , °С	1350
Вихідна температура виробу T_0 , °С	20
Коефіцієнт температуропровідності α , см ² /с	0,08
Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/см К	0,4
Коефіцієнт тепловіддачі α , Дж/см ² с К	0,003
Об'ємна теплоємність c_v , Дж/см ³ К	5,0

Шов№1:

Розрахуємо ефективну теплову потужність нагрівання виробу:

$$q = I_{зв} \cdot U_d \cdot \eta, \text{ Вт.} \quad (2.11)$$

$$q = 214 \cdot 30 \cdot 0,8 = 5136 \text{ Вт.}$$

Відстань r_0 за умови, що $T_m = 1350^\circ\text{C}$:

$$r_0 = \sqrt{\frac{0,368 \cdot q}{\frac{\pi}{2} \cdot V \cdot c_v \cdot (T_m - T_0)}} \quad (2.12)$$

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$r_0 = \sqrt{\frac{0,368 \cdot 5136}{\frac{3,14}{2} \cdot 0,41 \cdot 5 \cdot (1350 - 20)}} = 0,66 \text{ см}$$

За програмою ЕОМ з методичні вказівки до виконання курсової роботи: «Розрахунки теплових процесів при зварюванні» розрахунок термічного циклу у точці на відстані $r_0 = 0,66$ см від осі шва виконуємо по формулі:

$$T(r_0, t) = \frac{q}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot V \cdot t} \cdot \exp\left(-\frac{r_0^2}{4at}\right) \quad (2.13)$$

Таблиця 2.5 Результати розрахунку шов№1

1	1330,9
1,5	1313,22
2	1198,23
2,5	1078,23
3	971,83
3,5	880,98
4	803,93
4,5	738,34
5	682,11
6	591,15
7	521,09
8	465,64
9	420,72
10	383,63
15	265,98
20	203,43
25	164,67
30	138,31
40	104,75
50	84,3
60	70,52
70	60,62
80	53,15
90	47,32
100	42,65
150	28,54
200	21,45
250	17,18

Шов№6 :

Розрахуємо ефективну теплову потужність нагрівання виробу, формула 2.11:

$$q = 203 \cdot 29 \cdot 0,8 = 4709,6 \text{ Вт}$$

Відстань r_0 за умови, що $T_m = 1350^\circ\text{C}$ (2.12):

$$r_0 = \sqrt{\frac{0,368 \cdot 4709,6}{\frac{3,14}{2} \cdot 0,41 \cdot 5 \cdot (1350 - 20)}} = 0,64, \text{ см}$$

За програмою ЕОМ з методичні вказівки до виконання курсової роботи:
«Розрахунки теплових процесів при зварюванні» розрахунок термічного циклу
у точці на відстані $r_0 = 0,64$ см від осі шва виконуємо по формулі 2.13

Таблиця 2.6 Результати розрахунку шов№6

Час t , с	$T(y, t), ^\circ\text{C}$
1	1333,92
1,5	1309,32
2	1191,55
2,5	1070,55
3	963,89
3,5	873,13
4	796,32
4,5	731,03
5	675,12
6	584,79
7	515,29
8	460,32
9	415,83
10	379,1
15	262,7
20	200,87
25	162,58
30	136,53
40	103,39
50	83,2
60	69,6
70	59,82
80	52,45

Продовження таблиці 2.6

90	46,7
100	42,08
150	28,16
200	21,16
250	16,95

Розрахуємо критичну точку A_3 для сталі 09Г2С:

$$A_3 = 910 - 229 C + 32 Si - 25 Mn - 8 Cr - 18 Ni + 2 Mo + 117 V - 24 Cu + 7 W - 120 B$$

Таблиця 2.7 Хімічний склад сталей для яких приведені діаграми термодинамічного перетворення аустеніту в високотемпературних ділянках ЗТВ

№ п/п	Марка сталі	Хімічний склад сталей									
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	Ti	Си	інші
1	Ст3	0,21	0,32	0,54	0,20	0,15	—	—	—	—	—
2	45	0,46	0,34	0,76	0,10	0,11	—	—	—	—	—
3	У8	0,80	0,21	0,29	0,14	0,14	—	—	—	—	—
4	09Г2	0,11	0,30	1,68	0,15	0,16	—	—	—	0,15	—
5	09Г2С	0,11	0,50	1,67	—	—	—	—	—	—	—
6	18Г2АФ	0,18	0,30	1,28	—	—	—	0,21	—	—	0,02N
7	20ХГС	0,24	0,99	0,83	0,98	0,17	—	—	—	—	—
8	35ХГС	0,36	1,32	0,99	1,16	0,16	—	—	—	—	—
9	40Х	0,44	0,34	0,77	1,05	0,17	—	—	—	—	—
10	25ХГТ	0,23	0,32	0,90	1,0	—	—	—	0,05	—	—
11	30ХГСА	0,31	1,0	0,94	0,94	—	—	—	—	—	—
12	30ХГСН2А	0,30	1,06	1,08	1,13	1,55	—	—	—	—	—
13	35ХМФА	0,36	0,31	0,51	1,13	0,22	0,30	0,11	—	—	—
14	14ХГНМД	0,14	0,37	1Д9	1,08	1,20	0,23	0,18	0,06	0,16	0,02N 0,06Nb 0,002B
15	06Н2М	0,05	0,17	0,25	0,07	1,65	0,21	—	0,036	0,16	—
16	12Х2Н4	0,14	0,30	0,50	1,50	3,40	—	—	—	—	—
17	03Г4АФ	0,04	0,44	3,70	—	—	—	0,18	—	—	—
18	14ХГ2САФД	0,12	0,58	1,42	0,4	-	-	0,08	-	0,39	0,02N

$$A_3 = 910 - 229 \cdot 0,11 + 32 \cdot 0,5 - 25 \cdot 1,67 = 859,1^\circ\text{C}$$

За результатами розрахунку з таблиць 2.5, 2,6 побудуємо графік термічного циклу

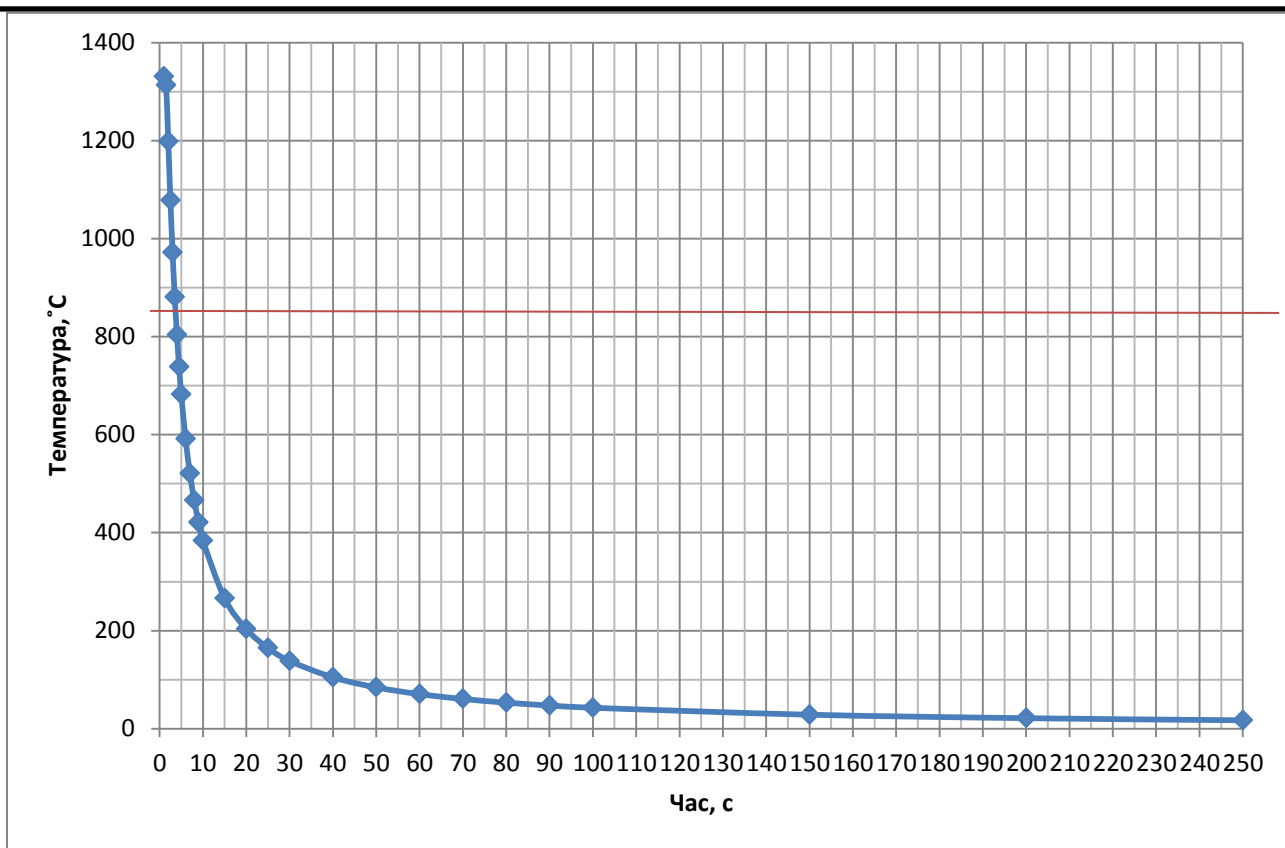


Рис.2.7. Термічний цикл точки ЗТВ шов №1, що нагрівається до температури 1350 °C

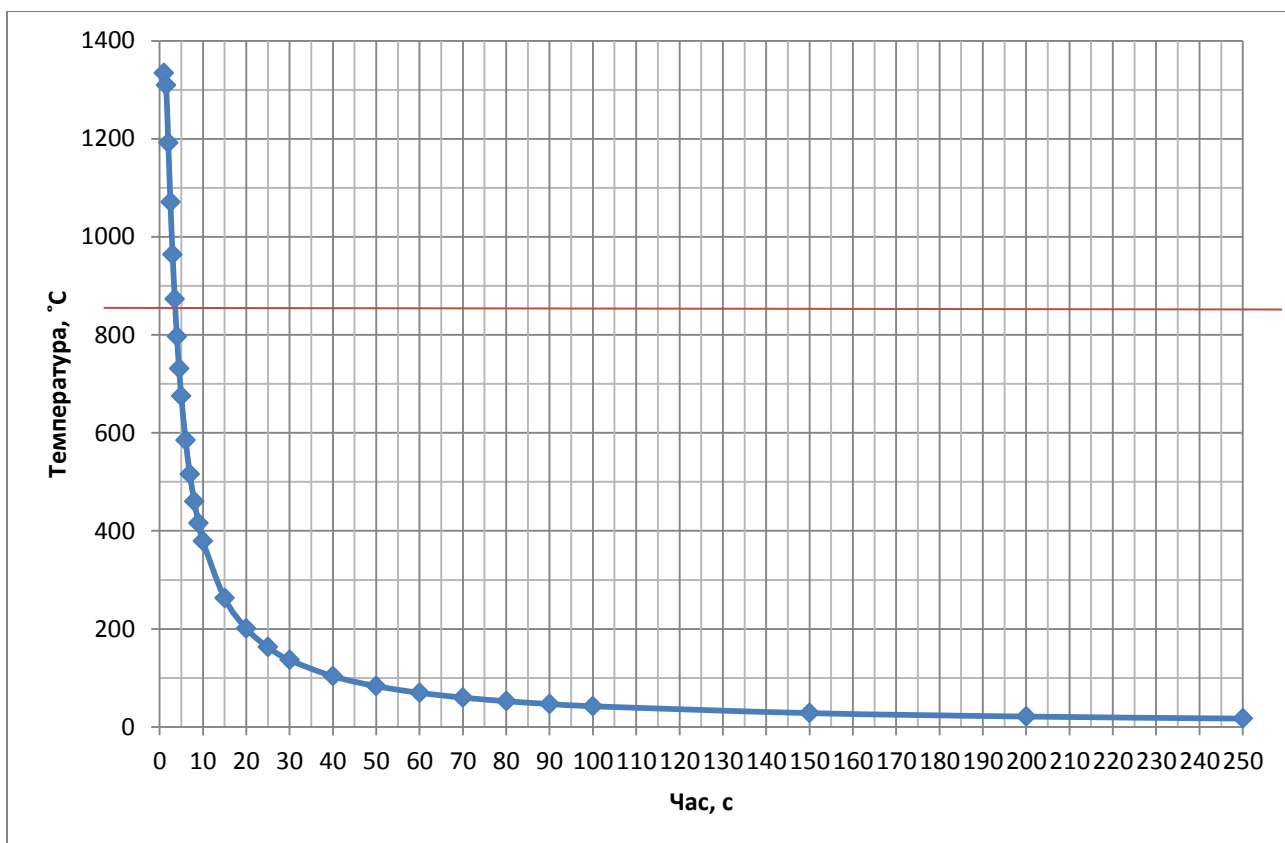


Рис.2.8. Термічний цикл точки ЗТВ шов №6, що нагрівається до температури 1350 °C

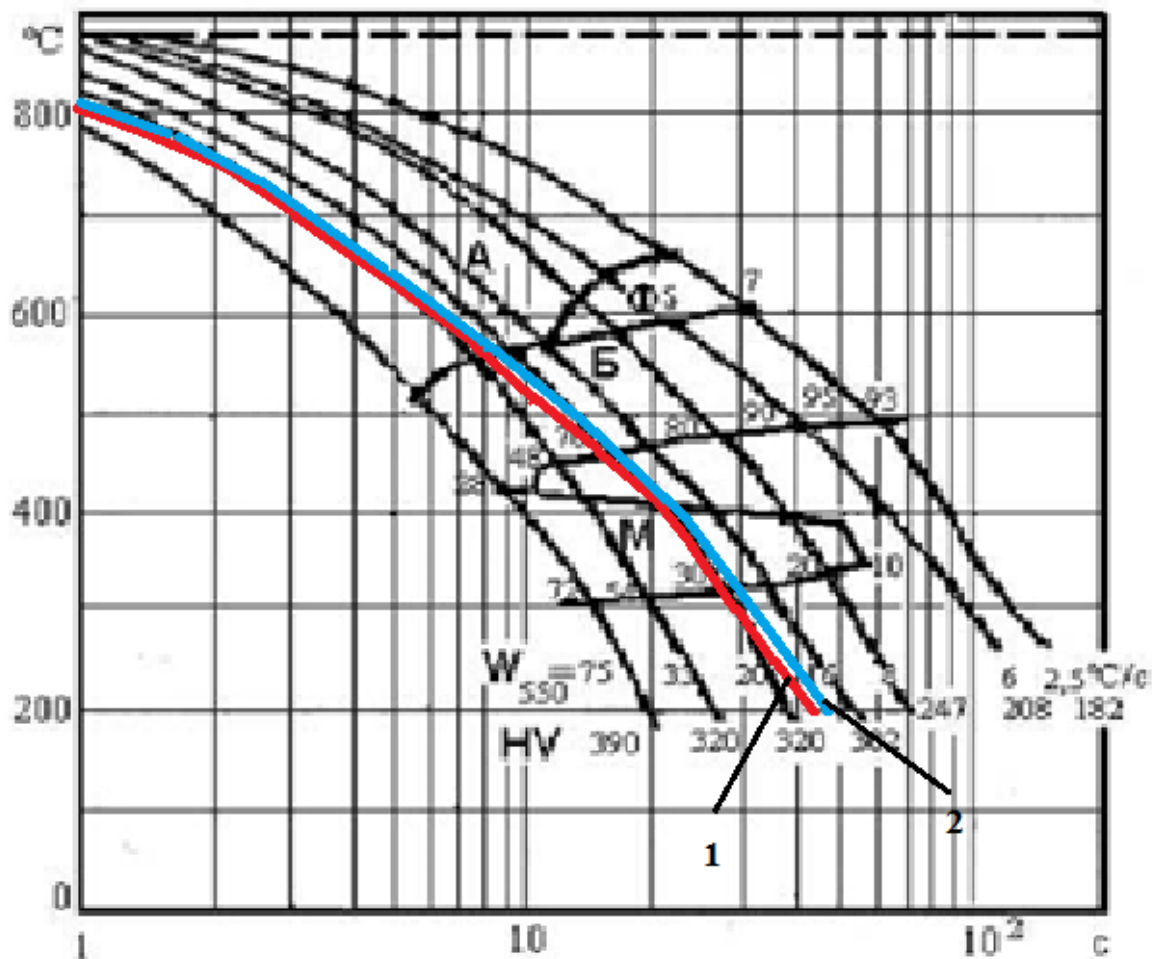


Рис.2.9. Діаграма термокінетичного перетворення аустеніту сталі 09Г2С .

1-шов №1, 2-шов №6.

Висновки

1.Для зварювання сталі 09Г2С застосовують зварювання плавким електродом в суміші газів (суміш 82% аргону і 18% діоксиду вуглецю). Зварювання ведуть на постійному струмі зворотної полярності, використовуючи режими, що забезпечують струменеве перенесення електродного металу

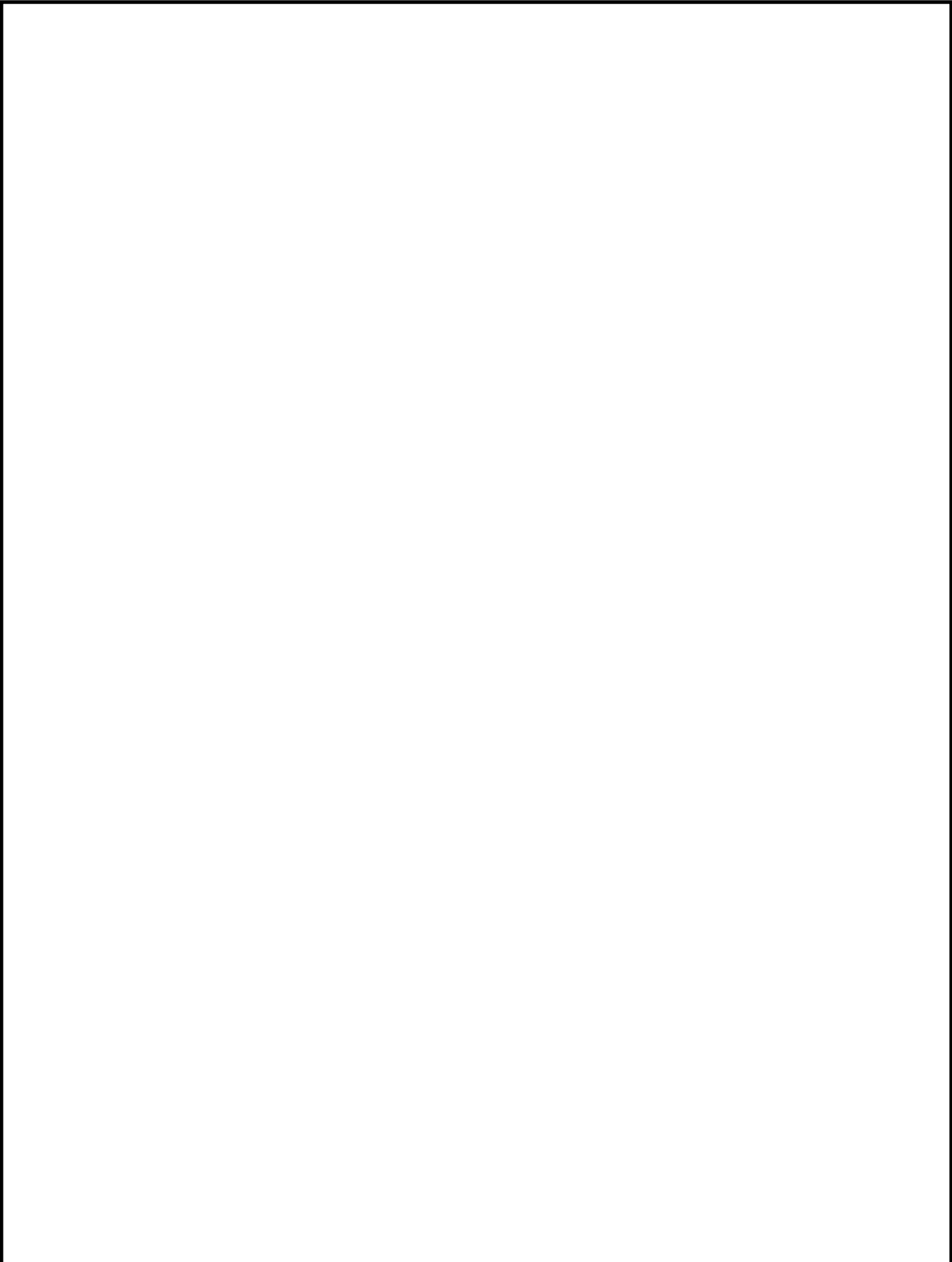
2.За результатами розрахунку режимів зварювання провели аналіз ЗТВ. Згідно діаграми термокінетичного перетворення аустеніту сталі 09Г2С, отримуємо ферліто-перлітну структуру з незначним вмістом бейніту, твердістю HV= 315-310(по Вікерсу).Судячі з цього ми отримуємо надійні та міцні зварні з'єднання.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 6.131.2127СТ.11.05.02.ПЗ

Арк.

32



					ДП 6.131.2127СТ.11.05.03.ПЗ									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічний процес складання та зварювання конструкції				Літ.		Арк.	Акрушів		
Студент		Ковіненко С.О.										33	9	
Керівник		Мартиненко.В.О							НУК ім. Адм. Макарова					
Консульт		.												
Н контр		.												
Зав.кафед		Квасницький В.Ф												

3. Технологічний процес складання та зварювання конструкції

Перед початком складання та зварювання потрібно підготувати деталі та їх кромки. Способи підготовки кромок під зварювання (механічні, газовим різанням тощо) такі ж, як і при інших методах зварювання. Метал для виготовлення зварних конструкцій попередньо випрямляють, розмічають, розрізають на окремі деталі, при потребі виконують розробку кромок відповідно до ГОСТу Підготовка кромок під зварювання включає очищення від іржі, окалини, пилу, масла. Очищення здійснюють стальними щітками, гідропіскоструйним і дробометними способами, абразивними кругами, полум'ям зварювального пальника, протравленням у розчинах кислот або лугів.

Вид розробки кромок та їхні геометричні розміри повинні відповідати технічним умовам щодо виготовлення виробу. При механізованому зварюванні плавким електродом можна отримати повний провар без розробки кромок і без зазору між ними при товщині металу до 8 мм. При зазорі або розробці кромок повний провар досягається при товщині металу до 11 мм при зварюванні у суміші газів багат шарових швів. Перед накладанням наступного шару поверхню попереднього старанно зачищають від бризок і нагару.[14]

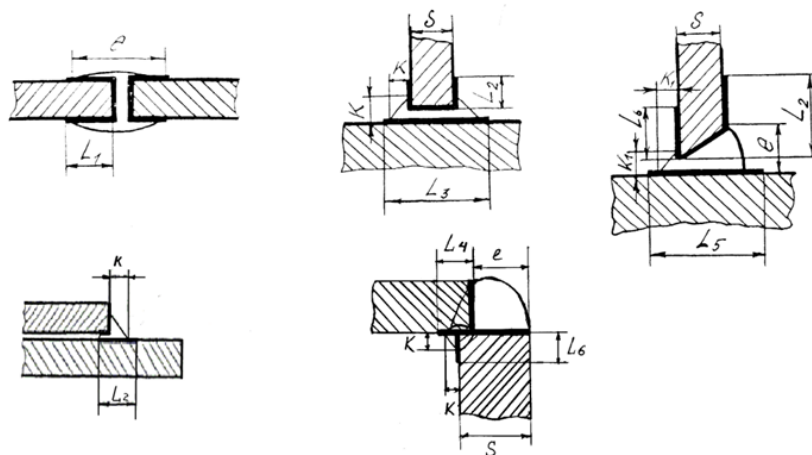


Рис.3.1 Ширина зачищених поверхонь крайок з'єднувальних деталей.

Таблиця 3.1. Ширина зачищених поверхонь крайок з'єднувальних деталей

Позначення	Величина, мм
L1	$L/2+(5\div 10)$
L2	$K+(5\div 10)$
L3	$S+2K+(5\div 10)$
L4	$(S-e)+K+(5\div 10)$
L5	$S+(g+K1)+(5\div 10)$
L6	$K+(5\div 10)$

Деталі з вм'ятинами, виступами, хвилястістю, викривленням обов'язково випрямляють. У холодному стані можна випрямляти листи і прокат вручну або за допомогою машин. При сильній деформації металу випрямлення роблять в гарячому стані. Для випрямлення використовують молотки, преси, правильні машини.[14]

Мета складання полягає в забезпеченні правильного взаємного розташування і закріплення складових зварної конструкції перед зварюванням. Для виконання складальних операцій використовують складальне або складально-зварювальне устаткування і пристрої. В першому випадку використання пристроїв закінчується після установки прихоплень. У випадку використання складально-зварювального устаткування конструкція звільняється від пристроїв лише після зварювання. Складально-зварювальне устаткування може слугувати для фіксування заготовок, зменшення деформацій у наслідок жорсткого закріплення, для виконання попереднього зворотнього очікуваним деформаціям вигину і т. п.

Прихоплення під час складання можуть використовуватись для закріплення заготовок між собою та тимчасового закріплення складального або складально-зварювального устаткування.

Кількість прихоплень, що закріплюють елементи складної форми може сягати до 10 на 1 п.м на звичайних конструкціях 1...2 на 1 п.м .

3.1. Принципова послідовність складання та зварювання конструкції

1) Встановлення полиці з діафрагмою

1.укласти на складальний стіл полицю, зафіксувати, виставити діафрагму згідно розмітці;

2.зробити прихвати;

2) Встановлення стінок:

1.виставити на полицю по розмітці стінки;

2.зробити прихвати з полицею та діафрагмою ;

3) Встановлення фланця

1.укласти ребром на полку, притиснути згідно розмітці до стінок;

2.зібрати конструкцію на прихвати між стінками і полицею;

4) Встановлення ребра жорсткості:

1. встановити на свої місця ребра;

2.зробити прихвати між стінкою та плитою;

5) Виконати обварювання кронштейну.

6) Контроль зварних з'єднань

7) Зачищення зварних швів

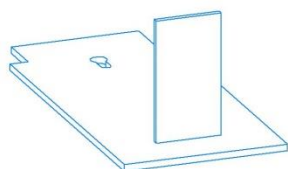
8) Монтаж нижнього пояса :

1 укласти на складальний стіл;

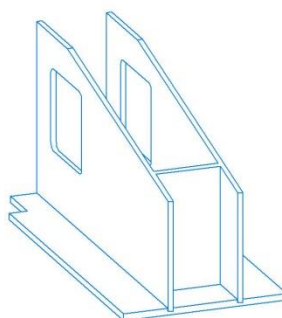
					ДП 6.131.2127СТ.11.05.03.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 2 зібрати конструкцію на прихвати між обома деталями пояса;
- 3 виконати зварювання пояса;
- 9) Перекантувати кронштейн.
- 10) Приварюємо нижній пояс до кронштейну.
- 11) Встановлення планок:
 - 1.виставити згідно розмітки на полицю планки;
 - 2.виконати зварювання планок
- 12)Візуальний контроль
- 13)Зачищення зварних швів
- 14)100% контроль швів

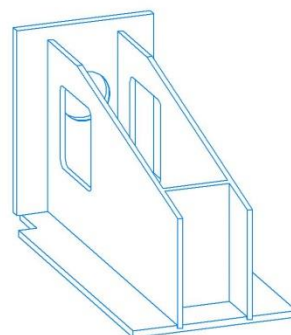
ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КРОНШТЕЙНУ



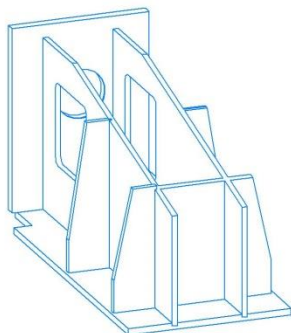
Встановлення діафрагми



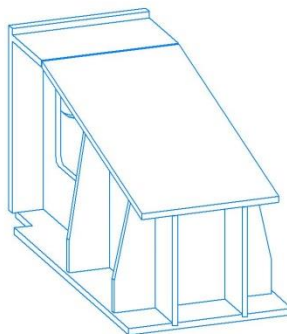
Складання стінок



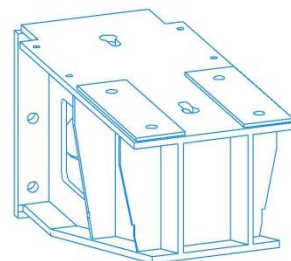
Монтаж фланця



Монтаж ребер жорсткості та зварювання кронштейну



Монтаж нижнього поясу та зварювання



Установка і зварювання планок

Рис 3.2. Послідовність складання та зварювання кронштейну

3.2. Обґрунтування зварювальних матеріалів

На механічні і фізико-хімічні властивості металу шва дуже істотний вплив робить його хімічний склад. Тому для набуття властивостей, що задовольняють вимогам надійності конструкції при експлуатації, важливим є правильний вибір

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

зварювальних матеріалів. При виборі зварювальних матеріалів слід виходити з наступних умов:

- можливості здійснювати зварювання в тих положеннях, в яких знаходитиметься під час зварювання виріб;
- можливості отримання щільних безпористих швів;
- можливості отримання металу шва, що має високу технологічну міцність, тобто не схильного до утворення гарячих тріщин;
- можливості отримання металу шва, що має необхідну експлуатаційну міцність;
- економічної ефективності.

Зварювальний дріт

Для отримання якісного зварного шва, хімічний склад зварювального дроту повинен бути максимально близький до хімічного складу основного металу, також додатково легувати шов і попереджати вигоряння легуючих елементів. При зварюванні у зварних швах метал повинен містити не менш 0,2...0,4 % кремнію і марганцю, це знизить ризик утворення пір[13].

Пропойною для задовільного зварювання усіх швів кронштейну зі сталі 09Г2С, вибирати суцільний зварювальний дріт марки Св-08Г2С, що випускається за ГОСТ 2246-70. Хімічний склад та механічні властивості дроту марки Св-08Г2С приведені відповідно в таблиці 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.2 – Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С у % згідно ГОСТ 2246-70 [13]

Марка дроту	C	Mn	Si	S	P
Св-08Г2С	0,05-0,11	1,80-2,10	0,70-0,95	до 0,025	до 0,03

Таблиця 3.3 – Механічні властивості зварювального дроту Св-08Г2С згідно ГОСТ 2246-70 [13]

Марка дроту	σ_B	σ_T	τ
	МПа	МПа	%
Св-08Г2С	540	440	30

Суміш газів.

Через те, що кронштейн виготовляється з деталей різної товщини і довжини які знаходяться в різних просторових положеннях, необхідно застосувати механізоване зварювання в захисному середовищі суміші газів.

Характер перенесення електродного металу залежить від температури (з підвищенням температури поверхневий натяг рідкого металу зменшується) і

складу захисного газу, який суттєво впливає на поверхневий натяг рідкого металу.

Вуглекислий газ при концентраціях 5... 10 % у суміші з аргонном сприяє зниженню поверхневого натягу. Зростання вмісту CO₂ у суміші Ar + CO₂ більше 20 % збільшує поверхневий натяг рідкого металу, тому пропоную в якості захисного середовища використовуємо суміш газів 82%Ar+18%CO₂ за стандартом ДСТУ ISO 14175:2014 “Матеріали зварювальні. Захисні гази для дугового зварювання та різання”

Суміш 82%Ar+18%CO₂ згідно ДСТУ ISO 14175:2014 відноситься за класифікацію захисних газів до групи M1.

Таблиця 3.4. Чистота і точка роси газів і газових сумішей

Група	Мінімальна чистота, об., %	Точка роси за тиску 1,013 бар, °C Макс.	Максимальна вологість, млн ⁻¹
R	99,95	-50	40
I	99,99	-50	40
M1	99,70	-50	40
M2	99,70	-44	80
M3	99,70	-40	120
C	99,70	-35	200
F	99,50	-50	40
Кисень	99,50	-35	200
Водень	99,50	-50	40

Поставляється: в сталевих балонах під тиском 150 кгс /см²; в моноблоках БМКБ - під тиском 200 кгс / см²; Балони пофарбовані в чорний колір і мають білий напис «суміш Ar-CO₂».[13]

3.3. Обґрунтування вибору зварювального устаткування, складально-зварювальних пристроїв

Для механізованого зварювання суміші Ar+CO₂ використовуємо інвертор зварювальний WARRIOR 500I CC/CV ESAB



Таблиця 3.5. Технічні характеристики інвертора зварювального WARRIOR 500I CC/CV ESAB

Характеристики	
Напруга живильної мережі	380 В
Частота	50 Гц
Межа регулювання зварювального струму	5-500 А
діапазон регулювання полога характеристика зварювання GMAW-MIG спадаюча характеристика зварювання GMAW-TIG спадаюча характеристика зварювання SMAW-MMA	16А/15В- 500А/39В 5А/10В- 500А/30В 16А/20В- 500А/40В
Напруга холостого ходу	84В
Діаметр електродного дроту	0,6-2,4мм
Потужність	22,6кВт
Габаритні розміри	712Х326Х47 0мм
Маса	52,5кг

Зварювальний стіл Tempus SSTW 70-100 / 35M

Зварювальний стіл Tempus SSTW 70-100 / 35M з регульованою висотою дозволяє оптимально налагодити всю систему столу з урахуванням індивідуальних потреб. Регулювання висоти столу дозволяє розширити сферу його застосування і збільшити асортимент виробів, що зварюються.

Стіл обладнаний п'ятьма робочими сторонами. Верхня робоча поверхня - це плита товщиною 35 мм з 8-мм стали ST52 твердістю 128-163Н з сіткою отворів 100х100 мм і діаметром 28 мм. Чотири бічні робочі сторони мають довжину 200 мм кожна.

Зварювальний стіл SSTW 70-100 / 35M - це масивна суцільнометалева конструкція, з'єднана болтами, яка дуже стійка до перекидання. Рівно розподілене навантаження на стільницю - до 2т.



Рис.3.4 Зварювальний стіл Tempus SSTW 70-100 / 35M

Основні характеристики:

Робоча поверхня 2350х1150х200мм

Товщина плити 35мм

Висота столу 700-1000мм

Вантажопідйомність 2000кг

Вага 699кг

3.4.Методи контролю якості зварних з'єднань та виправлення дефектів

Контроль якості зварних швів здійснюється за ГОСТ 5.1093-78 на підставі результатів контролю: кваліфікації зварників, якості матеріалів, що зварюються й зварювальних, зварювального устаткування, інструмента й оснащення, якості зварних швів, обумовленого зовнішнім оглядом, вимірами, ультразвуком, радіографією, випробуванням швів на герметичність і непроникність.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

До виконання зварювальних робіт допускаються атестовані зварники, що мають розряд відповідно до вимог основних положень і здали теоретичні і практичні екзамени за ГОСТ 5.9126-84 відповідно до СНиП.

Матеріали, застосовувані для виготовлення кронштейну, а також електроди, зварювальний дріт, захисні гази до використання у виробництві перевіряються ВТК на відповідність вимогам ГОСТів і основним положенням по зварюванню металів, вимогам СНиПів.

Важливим фактором одержання якісних зварних з'єднань є контроль якості складання під зварювання. Найбільш скрупульозно перевіряється відповідність кресленням зібраних деталей, вузлів, що збираються, правильність оброблення крайок під зварювання, чистота поверхні деталей.

У процесі виготовлення конструкції майстер контролює дотримання послідовності і правильності виконуваних швів, марок застосовуваних зварювальних матеріалів, зазначених у технологічному процесі зварювання. Для контролю якості зварних швів застосовуються наступні види контролю: зовнішній огляд і обмір, перевірка на проникність. Контроль якості зварних з'єднань зовнішнім оглядом і виміром геометрії шва виконується відповідно до ГОСТ 5.9170-73. Контроль зовнішнім оглядом і вимірам піддаються всі закінчені шви, незалежно від категорії, по всій довжині з лицьової і зворотної сторони. Огляду підлягають як наплавлений метал, так і зона основного металу, що прилягає до нього, на відстані 100 мм від границь шва. Перед зовнішнім оглядом і виміром шви повинні бути очищені від шлаку, бризів і забруднення. При контролі зовнішнім оглядом оцінка якості виконується відповідно до ГОСТ 5.1093-78.

При контролі зовнішнім оглядом у зварних швах не допускається наявність наступних дефектів:

- тріщин у металі шва й околошовної зони, пропіків, свищів, кратерів, напливів, потоків, місцевих скупчень пор і включень, невідповідність форми шва;
- окремих пор розміром більш 0,1 мінімальної товщини деталі, що зварюється, при товщині деталі до 20 мм і пор більше 2 мм, при товщині деталі більше 20 мм;
- підрізів основного металу глибиною до 1 мм, довжиною більш 15 мм і підрізів більш 1 мм будь-якої довжини. Сумарна довжина окремих підрізів глибиною до 1 мм, але довжиною менш 15 мм не повинна перевищувати 10% від довжини з'єднання;
- горбистості, лускатості величиною більш 2 мм;
- западання між валиками більш 1,5 мм;
- западання між швом і основним металом більш 3 мм, з'єднання з одnobічним скосом крайок, і більше 2 мм для окремих типів з'єднання.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.03.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виміру зварних швів застосовувати: каліброметри, штангенциркуль, вимірник зварних швів, лінійку. Виміри зробити відповідно до інструкцій.

Також виконується вибірковий радіографічний контроль для відповідальних конструкцій; цим способом контролюється 10% швів. Виконання перевірки якості швів радіографічним методом виконується відповідно до ГОСТ 7512-82, ГОСТ 2305-73 і ГОСТ 5.90095-77. Також використовується ультразвуковий контроль.

Контроль зварних з'єднань радіаційними методами заснований на зміні інтенсивності випромінювання рентгенівського і гамма-випромінювання в результаті проходження через контрольований матеріал. Інтенсивність випромінювання змінюється в залежності від товщини матеріалу. Основний метал має інші відбиваючі властивості, чим різні включення в металі шва, що і фіксується при даному методі контролю на фотоплівці.[17]

Висновки

1. В даному розділі розглянуто принципова послідовність складання та зварювання конструкції кронштейн. Для виконання усіх швів кронштейну, проводимо механізоване зварювання в суміші газів 82% Ar+18% CO₂

2. Обрані зварювальні матеріали, дріт Св-08Г2С фізико-хімічні властивості якого наближені до основного металу. Для виконання механізованого зварювання обрано інвертор зварювальний WARRIOR 500I CC/CV ESAB

3. Обрані зварювальні технології, матеріали, устаткування, та контроль якості, забезпечить якісне виготовлення кронштейну.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.04.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Студент		Ковіненко С.О.			Охорона праці під час проведення зварювальних робіт конструкції			Літ.	Арк.	Акрушів	
Керівник		Мартиненко.В.О								43	11
Консульт		.						НУК ім. Адм. Макарова			
Н контр		.									
Зав.кафед		Квасницький В.Ф									

4. Охорона праці під час проведення зварювальних робіт конструкції

4.1. Захист від враження електричним струмом

Електричний струм уражає нервову систему людини або викликають опіки. Ступінь враження залежить від сили струму, його напруги й опору тіла людини. Величина струму до 0,002А не представляє небезпеки, про м 0,002 до 0,05 А небезпечна, може викликати болючі відчуття, сприяє різкому скороченню м'язів, а вище 0,05 А може привести до смертельного результату. У сухих приміщеннях безпечним вважається напруга до 3 6А, а в сирих - до 12 А, що необхідно враховувати при проводці ліній для освітлювальних цілей. Чим нижчий опір тіла людини, тим сильніше поразка струмом. У сою чергу, опір тіла людини знижується (підсилюється ступінь поразки) при вологій шкірі, у період сп'яніння, хвороби, перевтоми. Хворі люди й у стані сп'яніння до зварювання не допускаються. Зварник постійно стикається із струмоведучими елементами зварювального ланцюга, що мають напругу до 90 А і трохи вище, а також із зварювальним устаткуванням, що одержує живлення від електричної мережі напругою 220, 380 і 500 А. Випадкове порушення (або відсутність) заземлення або несправність устаткування призводить до поразки електричним струмом. Щоб уникнути поразки струмом при виконанні зварювальних робіт, необхідно:

1. Надійно заземлювати корпуси зварювальної апаратури і джерел живлення.
2. Застосовувати рубильники і перемикачі закритого типу.
3. Забезпечувати надійну ізоляцію всіх проводів живлення (трансформаторів, перетворювачів, випрямлячів і т. д.).
4. Не доторкатися незахищеними руками до електропровідників, користуватися сухим спецодягом і брезентовими рукавицями, у сирих місцях надягати гумові рукавиці і чоботи, застосовувати ізолюючі килимки.
5. Надійно ізолювати рукоятку електродотримачів і закріплюючих пристроїв, а при використанні зварювальних струмів вище 600 А електропровідник провід підключати безпосередньо до електродотримача, крім електропровідника через ізольовану рукоятку.
6. При зварюванні внутрішніх швів резервуарів, казанів, труб і інших подібних закритих конструкцій користуватися гумовими (рукавичками) килимками або підстилкою з ізольованого матеріалу. Гумовим головним убором (шоломом) і діелектричними калошами, переносною лампою напругою не більше 12А; зварювання в середині закритих конструкцій вести в присутності чергового підручного, котрий повинен знаходитися поза конструкцією, мати вільний доступ до рубильника для відключення струму, добре знати, що йому потрібно робити у випадку враження зварювальника

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.04.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричним струмом.

7. При виявленні напруги на корпусі апаратури, устаткування або на захисних кожухах негайно робити зупинку роботи, викликати електромонтера або довести до відома майстра.

8. Зварювальні провідники надійно з'єднують механічними затискачами (муфтами), зварюванням або паянням з наступною надійною ізоляцією місць з'єднання, не допускати застосування різних навивок, структур і ін.

При виконанні зварювання у важких умовах (зварювання в закритих конструкціях, у сирих місцях і т. д.) застосовувати пристрій, що знижує напругу холостого ходу джерел живлення. Для підключення однофазних трансформаторів застосовували тільки трьохжильний гнучкий шланговий кабель, у якому третю жилу використовували для заземлення (один кінець жили підключити до болта корпуса, що заземлює трансформатора, другий - до корпуса рубильника). Щодня перед початком зварювання перевіряти справність апаратури, джерел живлення, струмоведаючих проводів і надійність заземлення. При роботі на відкритих площадках і на монтажі джерела зварювального струму захищати від атмосферних опадів брезентом або будь-якими іншими засобами, що забезпечують вологонепроникненість. Запобігати можливим механічним ушкодженням струмоведаючих проводів при кантуванні зварювальних конструкцій, складуванні заготовок, при русі рейкового й іншого транспорту. Допускати до обслуговування зварювального устаткування тільки кваліфікованих електромонтерів (не нижче III групи), що мають право на обслуговування електроустановок напругою до 1000 В. Викликати електромонтера для усунення несправності зварювальної апаратури і джерел живлення, для підключення їх до силової мережі, а також для їхнього відключення від силової мережі, для проведення всіх інших робіт, зв'язаних з дотриманням загальних правил монтажу й експлуатації електротехнічних силових установок. При дотриманні правил техніки безпеки ведення зварювальних робіт враження зварювальників струмом цілком виключено. У випадку враження струмом необхідно терміново прийняти наступні міри:

1) Якщо уражений струмом тримається за провід або будь-яку металеву деталь, що знаходиться під напругою, необхідно, не доторкуючись потерпілого, виключити струм будь-яким способом (виключити рубильник, перебити провід сокирою із сухою рукояткою, зняти запобіжник, створити коротке замикання проводів, при якому перегорять запобіжники). Якщо це швидко здійснити не можливо, то звільнити потерпілого від проводів, строго дотримуючись наступних правил:

-не доторкатись до тіла потерпілого незахищеними руками;

-допускається брати потерпілого за кінці одягу, якщо він сухий, або надягти гумові рукавички;

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.04.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-якщо потерпілий уражений струмом від проводу, що обірвався, відкинути провід ударом сухої дерев'яної рейки, а у випадку судорожного зчеплення руки з проводом надягнути гумові рукавички і, стоячи на ізолюючій підстилці, обережно по одному відгинати пальці потерпілого.

2) Після звільнення потерпілого від дії електричного струму: при виявленні подиху і пульсу обережно перенести його в тихе і спокійне місце, укласти на суху підстилку, розстебнути одяг, що здавлює, забезпечити догляд свіжого повітря і викликати медичну допомогу;

-якщо потерпілий не виявляє ознак життя, негайно почати робити йому штучне дихання, що продовжувати безупинно робочий час - (іноді кілька годин) і припиняти тільки по висновку лікаря. З кожним роком підсилюються вимоги до виконання правил техніки безпеки, у результаті чого враження зварювальників електричним струмом у даний час - виключно рідкісне явище.[19]

4.2 Захист від променів електричної дуги

Промені електричної дуги шкідливо впливають на зварювальників і людей, які знаходяться поруч з ними. За своїми властивостями вони поділяються на видимі і невидимі. До видимих відносять світлові промені електричної дуги, які осліплююче діють на очі. При довгочасному опроміненні послаблюється зір. До невидимих відносять ультрафіолетові і інфрачервоні промені, які визивають запалення очей і опіки шкіри. Ультрафіолетові промені шкідливо діють на сітчатку і рогівку очей. Якщо на протязі декількох хвилин дивитись на світло дуги без захисних засобів, то через деякий час появляється світло боязкість, слезоточивість та сильні болі в очах. Складається враження, що очі забруднені піском. Невеликі запалення очей проходять через кілька годин. Інфрачервоні промені при тривалій дії викликають захворювання очей, сприяють загальній утраті зору (катаракта кришталика). Крім того, світло дуги викликає на відкритих частинах тіла опіки такі ж, як сонячні. При зварюванні відкритою дугою (ручне зварювання, напівавтоматичному й автоматичному в середовищі захисних газів) небезпечно дивитися не тільки на дугу, але і на відображення світла від стін, небезпечно висвітлення дугою особи людини в профіль. В останньому випадку начебто людина і не дивиться на дугу, але в цей час він може одержати опромінення очей, достатнє для порушення запального процесу. Для запобігання осіб, що працюють поруч з палаючою зварювальною дугою і зварювальників застосовують загальні і індивідуальні засоби захисту. До загальних засобів захисту відносяться кабінки з дверцями, виконаними у виді брезентових фіранок, переносні щити і ширми, коли робота на якомусь місці носить тимчасовий характер.[19]

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

4.3 Захист від бризок, продуктів горіння, попередження вибухів

Захист від бризок, крім опіків від електричної дуги при зварюванні можуть бути опіки від бризів розплавленого металу і шлаку. Для попередження опіків зварників необхідно:

1. Мати спецодяг із брезенту або щільного сукна.
2. Не заправляти куртку в штани, а штани в чоботи, не робити на спецодязі відкриті кишені.
3. Прикривати голову беретом або будь-яким головним убором без козирка.
4. Працювати в рукавицях.

Забезпечувати мінімальне розбризкування металу шляхом відповідного підбора режимів зварювання. Захист від продуктів горіння зварювальної дуги. Будь-які способи дугового зварювання в тім або іншому ступені забруднюють повітря домішками, що можуть викликати отруєння, поразку легень і призвести до легеневих захворювань. При зварюванні всіх металів у тім або іншому ступені утвориться окис азоту, а також аміак, що відноситься до токсичних газів. При зварюванні під флюсом виділяються фтористі з'єднання, а при ручному зварюванні марганцеві, також шкідливі для організму людини, тому у флюсах і обмазках електродів обмежують застосування фтористих з'єднань і марганцю. Виключено, наприклад, електроди марки ЦМ-7, в обмазку яких входить 30% феромарганцю. Небезпечні не тільки токсичні гази, але і нетоксичні, якщо вони знижують процентний уміст кисню в повітрі. Перед зварюванням отворів у газопроводах обов'язково продути газопровід повітрям. Вибух може відбутися в тому випадку, якщо чистий кисень стикається з мастилом і різними жирами. При цьому відбувається якби процес самозаймання. Необхідно стежити, щоб мастило не потрапило на балони з киснем, кисневі шланги, різакі і зварювальні пальники.[19]

4.4 Протипожежні заходи

У зварювальних цехах, на будівельно-монтажних площадках, на зварювальних і наплавочних ділянках необхідно суворо дотримувати наступні правила, що запобігають можливості виникнення пожежі від іскор, що розлітаються і бризок розплавленого металу:

1. Робоче місце зварника повинне бути цілком очищене від легкозаймистих або вибухонебезпечних металів. Легкозаймисті рідини і різні палні матеріали повинні знаходитись від місця зварювання на відстані не менш 30 м, ацетиленові генератори і балони з пальними газами - на відстані не

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.04.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

менш 10 м.

2. У місцях виконання зварювальних робіт захист від іскор, що розлітаються, і бризок металу повинна забезпечуватися металевими або брезентовими ширмами, на ділянках зварювання повинні бути вогнегасники, шухляди з піском, бочки з водою, різний пожежний інвентар, обов'язково телефонний зв'язок і пристрої для звукових сигналів.

3. Усі робітники та службовці при надходженні на роботу або при зміні робочих місць повинні бути проінструктовані з протипожежної безпеки і по прийнятому на підприємстві протипожежному режимі. На великих ділянках і в цехах повинні бути офіційно назначені відповідальні за стан протипожежних засобів і виконання протипожежного режиму роботи.

4. Обов'язково два рази в тиждень перевіряти стан зварювального обладнання.

При гасінні пожежі, що виникла в результаті витікання та спалахування рідин (бензину, гасу, рідких мастильних матеріалів), не можна користуватися водою або рідкопінними вогнегасниками, необхідні пісок або спеціальні густопінні вогнегасники. Відповідальність за протипожежний стан окремих цехів, майстерень, складів і інших об'єктів, а також за своєчасне виконання протипожежних заходів на них покладається персонально на начальників цехів, майстерень, складів і т. д. Тому з усіх питань, зв'язаних із уживанням заходів протипожежної безпеки, необхідно звертатися насамперед до зазначених керівників. При аваріях зварювані роботи допускається робити під спостереженням начальника цеху без письмового дозволу. Після закінчення вогневих робіт зварник зобов'язаний ретельно оглянути місце проведення цих робіт, полити водою легкозаймисті конструкції й усунути порушення, що можуть привести до виникнення пожежі. У даний час існують загальні правила й інструкції про пожежну безпеку для найбільш розповсюджених виробництв усіх міністерств і відомств. Вимоги по пожежній безпеці для різних виробництв у відповідні правила техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах для цих виробництв.[19]

4.5 Розрахунок, робочого заземлення

Заземлюючий пристрій – це сукупність заземлювача і заземлюючих провідників, які з'єднують заземлюючі частини електроустановки із заземлювачем.

Визначимо припустимий опір заземлюючого пристрою.

Найбільший припустимий опір заземлюючих пристроїв і електроустановок напругою до 1000 В – $R_{зах.} = 4$ Ом, за умови, що заземлюючі пристрої електроустановок мережі з ізольованої нейтраллю при потужності

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

трансформатора більше 1000 кВ·А.



Рис.4.1. Розміщення одного заземлювача

Вибір матеріалу, розмірів заземлювача:

Заземлювач круглий (суцільного перетину), сталевий. Зовнішній діаметр стрижня – $d = 12$ мм., довжиною $l_{\text{ст}} = 3,5$ м. Сталева полоса розміром 4X40.

Визначимо питомий опір ґрунту.

Питомий опір ґрунту є опір куба ґрунту з ребром 1 м.

Таблиця 4.1 Наближені значення питомих електричних опорів різних ґрунтів і води

Ґрунт, вода	Питомий опір, Ом-м	
	Можливі коливань	При вологості ґрунту 10-20% до маси ґрунту
Ґрунти: глина	8-70	40
суглинок	40-150	100
пісок	400-700	700
супісок	150-400	300
торф	10-30	20

Продовження таблиці 4.1

чорнозем	9-53	20
садова земля	30-60	40
кам'янистий	500-800	-
скелястий	$10^4 - 10^7$	-
Вода: морська	0,2-1	-
річкова	10-100	-
ставкова	40-50	-
грунтова	20-70	-
у струмках	10-60	-

Вибираємо по таблиці 4.1. Грунт суглинок, питомий опір якого $\rho_{\text{пит.}} = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$

Розрахунковий опір ґрунту $\rho_{\text{роз.}}$ знаходять за формулою:

$$\rho_{\text{роз.}} = \rho_{\text{пит.}} \cdot \psi, \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

де ψ – кліматичний коефіцієнт, який обираймо за таблицею 4.2

$$\psi = 1,3$$

$$100 \cdot 1,3 = 130 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Таблиця 4.2. Ознаки кліматичних зон (1, 2, 3, 4) і значення кліматичного коефіцієнта ψ

Дані, що характеризують кліматичні зони і тип електродів, що застосовуються	1	2	3	4
Кліматичні ознаки зон: середня багаторічна найнижча температура (січень), °C	-15 ÷ -20	-10 ÷ -14	0 ÷ -10	0 ÷ +5
середня багаторічна найвища температура (липень), °C	+16 ÷ +18	+18 ÷ +22	+22 ÷ +24	+24 ÷ +26
тривалість замерзання вод, днів	170 ÷ 190	≈150	≈100	0

Продовження таблиці 4.2

Значення коефіцієнта ψ : при застосуванні вертикальних електродів довжиною до 5 м	1,65	1,45	1,3	1,1
те ж саме при довжині електродів 5 та більше м	1,35	1,25	1,15	1,1
те ж саме при застосуванні горизонтальних електродів довжиною до 50 м	5,5	3,5	2,5	1,5
те ж саме при довжині 50 та більше м	4,5	3	2	1,4

Визначимо опір розтіканню для одного заземлювача:

$$R_1 = \frac{\rho_{\text{роз.}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot H + 1}{4 \cdot H - 1} \right), \text{ Ом};$$

де ρ – питомий опір ґрунту, Ом·м; l – довжина стрижня заземлювача; d – зовнішній діаметр стрижня заземлювача, м; H – глибина закладення стрижня, від поверхні землі до середини стрижня, $H = t + 1/2 \cdot l_{\text{ст}} = 0,5 + 1/2 \cdot 3,5 = 2,25$ м; t – глибина закладення стрижня, від поверхні землі до верхнього торця стрижня, $t = 0,5$ м.

$$R_1 = \frac{130}{2 \cdot 3,14 \cdot 3,5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3,5}{0,012} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,25 + 1}{4 \cdot 2,25 - 1} \right) = 38,33 \text{ Ом}$$

Умова $R_1 > R_{\text{зах}}$ не виконується, то необхідно застосувати кілька штучних заземлювачів з'єднаних паралельно.

Визначаємо теоретична кількість вертикальних заземлювачів, без урахування коефіцієнта використання $\eta_{\text{в}}$, шт.

$$n = \frac{R_1}{R_{\text{зах}}}, \text{ шт};$$

$$n = \frac{38,33}{4} = 9,6 \text{ шт}$$

Приймаємо $n = 10$ шт.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Таблиця 4.3. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_v .

Число заземлювачів n , шт	Відношення відстані між електродами A до їх довжини l					
	1	2	3	1	2	3
	Розміщення в ряд			Розміщення по контуру		
2	0,85	0,91	0,94	-	-	-
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,56	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	-	-	-	0,41	0,58	0,66
60	-	-	-	0,39	0,55	0,64
100	-	-	-	0,36	0,52	0,62

Визначимо необхідне число паралельно з'єднаних заземлювачей:

$$n = \frac{R_1}{\eta_v \cdot R_{\text{зах}}}, \text{ шт};$$

де η_v – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів згідно таблиці 4.2, відношення A до l 1, розміщення по контуру, $\eta_v = 0,56$

$$n = \frac{38,33}{0,56 \cdot 4} = 17,11 \text{ шт}$$

Приймаємо $n = 17$ шт.

Розрахуємо довжину горизонтальної з'єднувальної смуги:

$$l_c = 1,05 \cdot a \cdot n, \text{ м};$$

де a – відстань між електродами, $a = l_{\text{ст}}$ м;

$$1,05 \cdot 3,5 \cdot 17 = 62,5 \text{ м}$$

Розрахунковий опір ґрунту $\rho_{\text{р.г.}}$ для розрахунку горизонтального заземлювача знаходять за формулою:

$$\rho_{\text{р.г.}} = \rho_{\text{пит.}} \cdot \psi, \text{ Ом} \cdot \text{ м};$$

$$100 \cdot 2 = 200 \text{ Ом} \cdot \text{ м};$$

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Розраховуємо опір горизонтальної з'єднувальної смуги за формулою:

$$R_2 = \frac{\rho_{\text{п.г.}}}{2 \cdot \pi \cdot l_c} \cdot \ln \frac{l_c^2}{d \cdot t}, \text{ Ом};$$

де t – глибина закладення смуги, від поверхні землі до середини смуги, $t = 0,5$ м, d – еквівалентний діаметр смуги шириною b , $d = 0,5b$, $b = 0,002$ м.

$$\frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 62,5} \cdot \ln \frac{62,5^2}{0,002 \cdot 0,5} = 7,73 \text{ Ом}$$

Таблиця 4.4. Значення коефіцієнтів використання горизонтальних електродів η_r

Відношення відстані між електродами A до їх довжини l	Число вертикальних заземлювачів							
	2	4	6	10	20	40	60	100
	Розміщення в ряд							
1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	-	-	-
2	0,94	0,85	0,80	0,75	0,56	-	-	-
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	-	-	-
Розміщення по контуру								
1	-	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	-	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	-	0,70	0,64	0,56	0,57	0,39	0,36	0,33

Визначаємо величину загального розрахункового опору заземлювального пристрою за формулою:

$$R_{\text{заг.}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{(R_1 \cdot \eta_r + R_2 \cdot \eta_v \cdot n)}, \text{ Ом};$$

де η_r – коефіцієнтів використання горизонтальних електродів, обираємо з таблиці 4.4, для 17 вертикальних заземлювачів $\eta_v = 0,27$.

$$\frac{38,33 \cdot 7,73}{(38,33 \cdot 0,27 + 7,73 \cdot 0,56 \cdot 17)} = 3,50 \text{ м};$$

$R_{\text{заг}} < R_{\text{зах}}$, умова виконується.

Висновок

1.Розглянуті основні заходи з безпеки при зварювальних робіт.

2.Розраховано, захистне заземлення. Загальний опір захисного заземлення $R_{\text{заг}}$, що складається з 17-ти вертикальних заземлювачів діаметром 12 мм, довжиною 3,5 м, розташованих "по контуру", з'єднаних горизонтальним електродам у вигляді смуги шириною 40 мм, довжиною 62,5 м, дорівнює 3,5 Ом, що забезпечує надійний захист персоналу від ураження електричним струмом при замиканні на корпус зварювального інвектора , яка живиться від електричної мережі напругою до 1000 В і з допустимим значенням опору $R_{\text{зах}} \leq 4$ Ом.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.04.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.05.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунок собівартості виконання складальних і зварювальних робіт під час виготовлення			
Студент		Ковіненко С.О.						
Керівник		Мартиненко В.О.						
Консульт		.						
Н контр		.						
Зав.кафед		Квасницький В.Ф.						
					Літ.	Арк.	Акрушів	
							55	9
					НУК ім. Адм. Макарова			

5. Розрахунок собівартості виконання складальних і зварювальних робіт під час виготовлення кронштейну під електропривод

Таблиця 5.1. Вихідні дані

Найменування показника	Значення
Річний обсяг продукції, шт., (кг, т)	100
Ціна за 1м ³ суміші газу (82% Ar+18% CO ₂)	56,1
Ціна 1 кг дрота Св08Г2С, грн.	54
Ціна 1 кВт-год електроенергії, грн.	2,70
Ціна інвертора зварювального WARRIOR 500I CC/CV ESAB, грн.	121952,88
Ціна зварювального стола Tempus SSTW 70-100 / 35М, грн	285351,07
Тарифна ставка оплати праці зачісника, грн./н-год.	40
Тарифна ставка оплати праці складальника, грн./н-год.	110
Тарифна ставка оплати праці зварювальника, грн. /н-год.	90
Тарифна ставка оплати праці контролера, грн./н-год.	60
Трудомісткість зачищення виробу, н-год.	0,018

5.1. Розрахунок собівартості зварювальних матеріалів

Зварювальний дріт.

Для розрахунку собівартості зварювального дроту, потрібно розрахувати площу перерізу наплавленого металу кожного шва.

1. З'єднання №1



Рис.5.1 Зварне з'єднання №1

Площу перерізу наплавленого металу розрахунок був зроблений у розділі 2.3

$$F_H = 138 \text{ мм}^2 = 1,38 \text{ см}^2$$

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$L_{\text{ш}} = 5278 \text{ мм} = 527,8 \text{ см}$$

Маса наплавленого металу:

$$G = \gamma \cdot F_{\text{н}} \cdot L_{\text{ш}} \quad (5.1)$$

де γ – щільність металу, $7,8 \text{ г/см}^3$, $F_{\text{н}}$ – площа поперечного перерізу шва, см^2 , $L_{\text{ш}}$ – довжина шва.

$$G = 7,8 \cdot 1,38 \cdot 527,8 = 5,7 \text{ кг}$$

Скільки зварювального дроту буде потрібно на шов:

$$H_i = G \cdot K, \text{ кг} \quad (5.2)$$

де K – коефіцієнт переходу від маси наплавленого металу до витрати зварювальних матеріалів, механізоване у газовій суміші Pureshield P3 (82 % Ar + 18 % CO₂) $K = 1,02$

$$H_1 = 5,7 \cdot 1,02 = 5,8 \text{ кг}$$

2. З'єднання №2



Рис.5.2. Зварне з'єднання №2

$F_{\text{н}} = K^2 + 21 \cdot K$ – розрахунок площі перерізу наплавленого металу для з'єднання №2

$$F_{\text{н}} = 8^2 + 21 \cdot 8 = 80,8 \text{ мм}^2 = 0,808 \text{ см}^2$$

$$L_{\text{ш}} = 3222 \text{ мм} = 322,2 \text{ см}$$

Маса наплавленого металу:

$$G = 7,8 \cdot 0,808 \cdot 322,2 = 2,03 \text{ кг}$$

Скільки зварювального дроту буде потрібно на шов:

$$H_2 = 2,03 \cdot 1,02 = 2,07 \text{ кг}$$

3. З'єднання №3



Рис.5.3. Зварне з'єднання №3

$F_{\text{н}} = 0,5K^2 + 1,05K$ – розрахунок площі перерізу наплавленого металу для з'єднання №3

$$F_{\text{н}} = 0,5 \cdot 10^2 + 1,05 \cdot 10 = 60,5 \text{ мм}^2 = 0,605 \text{ см}^2$$

$$L_{\text{ш}} = 2520 \text{ мм} = 252 \text{ см}$$

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Маса наплавленого металу:

$$G = 7,8 \cdot 0,605 \cdot 252 = 1,19 \text{ кг}$$

Скільки зварювального дроту буде потрібно на шов:

$$H_3 = 1,19 \cdot 1,02 = 1,21 \text{ кг}$$

4. З'єднання №4

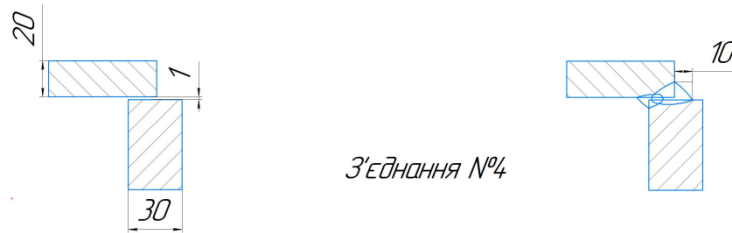


Рис.5.4. Зварне з'єднання №4

$F_{H1,2} = 0,5K^2 + 1,05K$ – розрахунок площі перерізу наплавленого металу для з'єднання №4

$$F_{H1} = 0,5 \cdot 10^2 + 1,05 \cdot 10 = 60,5 \text{ мм}^2$$

$$F_{H2} = 0,5 \cdot 8^2 + 1,05 \cdot 8 = 40,4 \text{ мм}^2$$

$F_H = F_{H1} + F_{H2}$ – обща площа перерізу наплавленого металу з'єднання №4

$$F_H = 60,5 + 40,4 = 100,9 \text{ мм}^2 = 1,009 \text{ см}^2$$

$$L_{\text{ш}} = 390 \text{ мм} = 39 \text{ см}$$

Маса наплавленого металу:

$$G = 7,8 \cdot 1,009 \cdot 39 = 0,31 \text{ кг}$$

Скільки зварювального дроту буде потрібно на шов:

$$H_4 = 0,31 \cdot 1,02 = 0,32 \text{ кг}$$

5. З'єднання №5

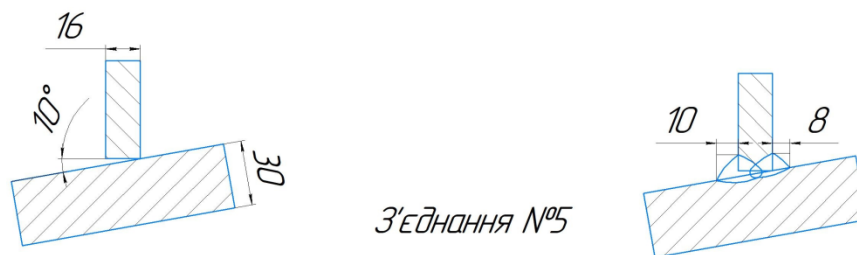


Рис.5.5. Зварне з'єднання №5

$F_{H1,2} = 0,5K^2 + 1,05K$ – розрахунок площі перерізу наплавленого металу для з'єднання №5

$$F_{H1} = 0,5 \cdot 10^2 + 1,05 \cdot 10 = 60,5 \text{ мм}^2$$

$$F_{H2} = 0,5 \cdot 8^2 + 1,05 \cdot 8 = 40,4 \text{ мм}^2$$

$F_H = F_{H1} + F_{H2}$ – обща площа перерізу наплавленого металу з'єднання №5

$$F_H = 60,5 + 40,4 = 100,9 \text{ мм}^2 = 1,009 \text{ см}^2$$

$$L_{\text{ш}} = 280 \text{ мм} = 28 \text{ см}$$

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Маса наплавленого металу:

$$G = 7,8 \cdot 1,009 \cdot 28 = 0,22 \text{ кг}$$

Скільки зварювального дроту буде потрібно на шов:

$$H_5 = 0,22 \cdot 1,02 = 0,224 \text{ кг}$$

6. З'єднання №6



Рис.5.6. Зварне з'єднання №6

Площу перерізу наплавленого металу розрахунок був зроблений у розділі 2.3

$$F_n = 29 \text{ мм}^2 = 0,29 \text{ см}^2$$

$$L = 390 \text{ мм} = 39$$

Маса наплавленого металу:

$$G = 7,8 \cdot 0,29 \cdot 28 = 0,09 \text{ кг}$$

Скільки зварювального дроту буде потрібно на шов:

$$H_6 = 0,09 \cdot 1,02 = 0,091 \text{ кг}$$

Загальна маса дроту на один виріб:

$$H_{\text{общ,д}} = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6$$

$$H_{\text{общ,д}} = 5,8 + 2,07 + 1,21 + 0,32 + 0,224 + 0,091 = 9,72 \text{ кг}$$

Питомі витрати на зварювальні матеріали:

$$C_m = \sum_i H_i \cdot C_i, \quad (5.3)$$

де H_i – норма витрат i -го матеріалу*, кг/м; C_i – вартість одиниці i -го матеріалу, грн/кг.

Собівартість зварювального дроту на одиницю виробу:

$$C_d = 9,72 \cdot 54 = 525 \text{ грн.}$$

Собівартість зварювального дроту на річну програму:

$$C_d = 525 \cdot 100 = 52500 \text{ грн.}$$

Суміш газів 82%Ar+18%CO₂

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Скільки суміші газів 82%Ar+18%CO₂ потрібно на одиницю виробу:

$$H_{\Gamma} = 0,8 \cdot H_{\text{обш,д}} \quad (5.4)$$

$$H_{\Gamma} = 0,8 \cdot 9,72 = 7,78 \text{ м}^3$$

Собівартість суміші газів 82%Ar+18%CO₂ на одиницю виробу знаходимо за формулою 5.4:

$$C_{\Gamma} = 7,78 \cdot 56,1 = 436,5 \text{ грн.}$$

Собівартість суміші газів 82%Ar+18%CO₂ на річну програму:

$$C_{\Gamma} = 436,5 \cdot 100 = 43650 \text{ грн.}$$

Собівартість зварювальних матеріалів за річною програмою:

$$C_{\text{м}} = C_{\text{д}} + C_{\Gamma}$$

$$C_{\text{м}} = 52500 + 43650 = 96150 \text{ грн.}$$

5.2.Витрати на заробітну плату

Норма часу установка деталей, вузлів із листового металу (на одну деталь):

$$T_{\text{с}} = 0,04 + 0,0016 \cdot s + 0,03P \cdot + 0,001 \cdot s \cdot P \quad (5.5)$$

де s – товщина деталі, P – полупериметр деталі

Норма часу з'єднання кромок листового металу (на 1м з'єднання):

$$T_{\text{с}} = 0.007 + |(s - 6)| + 0,33, \quad (5.6)$$

Норма часу на зварювання деталей:

$$T_{\text{зв.}} = (T_{\text{ш-к}} \cdot L_{\text{ш}}) \cdot n, \quad (5.7)$$

де $L_{\text{ш}}$ - довжина шву, n – число виробів.

Штучно-калькуляційний час зварювання:

$$T_{\text{ш-к}} = T_0 \cdot K_{\text{заг}}, \quad (5.8)$$

де $K_{\text{заг}}$ - загальний коефіцієнт, що враховує допоміжний допоміжний та підготовчо-заключний час. $K_{\text{заг}} = 1,15$.

Основний час горіння дуги та наплавлення металу:

$$T_0 = \frac{m}{v}, \quad (5.9)$$

де m – число проходів при зварюванні, v – швидкість зварювання.

Контроль якості зварних швів:

$T_{\text{к}} = 1 \text{ м/хв}$ – звичайний шов, 2 м/хв – тавровий шов.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.05.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2. Норми часу при складально-зварювальних операціях кронштейну під електропривід

Складання діафрагми	
Зачищення	0,018
Складання	0,096
Складання стінок	
Зачищення	$0,018 \times 2 = 0,036$
Складання	$0,073 \times 2 = 0,143$
Складання фланця	
Зачищення	0,018
Складання	0,125
Складання ребр жоркості	
Зачищення	$0,018 \times 2 = 0,036$
Складання	$0,093 \times 2 = 0,185$
Складання ребр жоркості	
Зачищення	$0,018 \times 2 = 0,036$
Складання	$0,088 \times 2 = 0,176$
Складання нижнього пояса	
Зачищення	0,018
Складання	0,038
Зварювання діафрагми	0,31
Зварювання стінок	1,23
Зварювання фланця	0,15
Зварювання ребр жоркості	0,87
Зварювання нижнього пояса	0,99
Контроль зварних швів таврові	0,17
Контроль зварних швів звичайний	0,054

Загальні норми часу:

Зачищення $T_z = 0,162$ год;

Складання $T_c = 0,763$ год;

Зварювання $T_{зв.} = 3,55$ год;

Контроль зварних швів $T_k = 0,224$ год

Повні витрати на заробітну плату робітників при виконанні операції:

$$C_{з.п} = [(1,1 \dots 1,5) \cdot T_p \cdot \Gamma_{ст}] \cdot 1,22 \quad (5.10)$$

де T_p – трудомісткість виконання операції (складання, зварювання, зачищення тощо), н-год; $\Gamma_{ст}$ – середня годинна тарифна ставка, грн/год.

Зачищення:

$$C_{з.п} = (1,13 \cdot 0,162 \cdot 40) \cdot 1,22 = 8,94 \text{ грн. ;}$$

Складання:

$$C_{з.п} = (1,13 \cdot 0,763 \cdot 110) \cdot 1,22 = 115,71 \text{ грн. ;}$$

Зварювання:

$$C_{з.п} = (1,13 \cdot 3,55 \cdot 90) \cdot 1,22 = 440,46 \text{ грн. ;}$$

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Контроль зварних швів:

$$C_{з.п} = (1,13 \cdot 0,224 \cdot 60) \cdot 1,22 = 18,53 \text{ грн.}$$

Загальна заробітна плата за одиницю виробу:

$$C_{з.п} = 8,94 + 115,71 + 440,46 + 18,53 = 583,64 \text{ грн.}$$

Загальна заробітна плата за річною програмою:

$$C_{з.п} = 583,64 \cdot 100 = 58364 \text{ грн.}$$

5.3. Витрати на технологічну електроенергію

$$C_e = W_{\text{общ.}} \cdot C_e, \quad (5.11)$$

де W – повні витрати електроенергії, C_e – вартість за 1 кВт-год. електроенергії, грн.

Витрати електроенергії на 1 пог. м шва:

$$W = \frac{U_d \cdot I_z}{\eta \cdot 1000} \cdot \tau + W_0 \cdot (\tau_1 - \tau), \quad (5.12)$$

де U_d – напруга дуги, 30 В; I_z – зварювальний струм, 214 А; η – ККД зварювального поста 0,36; W_0 – потужність, що витрачається джерелом живлення під час холостого ходу 2,7 кВт;

τ – час горіння дуги (основний час); $\tau_1 = \frac{\tau}{K_{\text{п}}}$ – повний (оперативний час) час зварювання з урахуванням коефіцієнта $K_{\text{п}} = 0,5 \dots 0,8$.

$$\tau = \frac{L}{v_{\text{зв.}}} \text{ год}, \quad (5.13)$$

де $v_{\text{зв.}}$ – швидкість сварки 14,9 м/год, L – довжина шва.

$$\tau = \frac{1}{14,9} = 0,08 \text{ год.}$$

$$\tau_1 = \frac{0,08}{0,6} = 0,13 \text{ год.}$$

$$W = \frac{30 \cdot 214}{0,36 \cdot 1000} \cdot 0,08 + 2700 \cdot (0,13 - 0,08) = 136 \text{ Вт} \cdot \text{год},$$

Витрати електроенергії на один вироб:

$$W_{\text{общ.}} = W \cdot L_{\text{общ.}} \quad (5.14)$$

$$L_{\text{общ.}} = 15625 \text{ мм} = 15,652 \text{ м}$$

$$W_{\text{общ.}} = 136 \cdot 15,652 = 2129 \text{ Вт} \cdot \text{год} = 2,13 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Витрати на технологічну електроенергію за одиницю виробу:

$$C_e = 2,13 \cdot 2,70 = 5,75 \text{ грн.}$$

Витрати на технологічну електроенергію за річною програмою:

$$C_e = 5,75 \cdot 100 = 575 \text{ грн.}$$

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.05.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4. Витрати на амортизаційні відрахування та поточний ремонт зварювального обладнання

$$C_{об} = \sum_i (C_{ai} + C_{pi}), \quad (5.15)$$

де C_{ai} і C_{pi} – амортизаційні відрахування та витрати на поточний ремонт і-го виду обладнання відповідно:

$$C_{ai} = \frac{C_i \cdot H_{ai}}{100}; \quad (5.16)$$

$$C_{pi} = \frac{C_i \cdot H_{pi}}{100}; \quad (5.17)$$

де C_i , H_{ai} , H_{pi} - вартість, норма амортизаційних відрахувань та норма витрат на поточний ремонт і-го виду обладнання відповідно.

Витрати на амортизаційні відрахування та поточний ремонт інвертора зварювального WARRIOR 500I CC/CV ESAB
Ціна 121952,88 грн.

Ціна на рік : $121952,88 : 7 = 17421,84$ грн.

$H_{ai} = 11,5\%$, $H_{pi} = 10\%$

$$C_{ai} = \frac{17421,84 \cdot 11,5}{100} = 2\,003,5 \text{ грн.}$$

$$C_{pi} = \frac{17421,84 \cdot 10}{100} = 1\,742,18 \text{ грн.}$$

$$C_{об} = 2\,003,5 + 1\,742,18 = 3\,745,68 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизаційні відрахування та поточний ремонт зварювального стола Tempus SSTW 70-100 / 35M
Ціна 285351,07 грн.

Ціна на рік : $285351,07 : 7 = 40764,44$ грн.

$H_{ai} = 7\%$, $H_{pi} = 6\%$

$$C_{ai} = \frac{40764,44 \cdot 7}{100} = 2\,853,48 \text{ грн.}$$

$$C_{pi} = \frac{40764,44 \cdot 6}{100} = 2\,445,87 \text{ грн.}$$

$$C_{об} = 2\,853,48 + 2\,445,87 = 5\,299,35 \text{ грн.}$$

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.05.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2. Розрахунок собівартості продукції

Найменування статей витрат	Величина значення показника, грн.
Зварювальні матеріали	148650
Витрати на технологічну електроенергію	575
Основна заробітна плата	58364
Амортизаційні відрахування	4856,98
Витрати на поточний ремонт	4188,05
Технологічна собівартість річного випуску продукції	216634,03
Технологічна собівартість на один виріб	2166,34

Висновок

Було виконано розрахунок собівартості виконання сбирально зварювальних робіт, собівартості затрачених зварювальних матеріалів, та обладнання для кронштейну під електропривід. Собівартість річної програми випуску виробів в кількості 100шт. складає 216634,03грн.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Загальні висновки

1. Аналіз сучасних технологій складання та зварювання кронштейну і вивчення конструктивних особливостей кронштейну під електропривод показали, що в цілому даний кронштейн є технологічною конструкцією, що дозволяє застосовувати механізовані способи складання та зварювання.

2. Для виготовлення кронштейну приймаємо механізоване зварювання в середовищі захисних газів. Ручне дугове зварювання не продуктивне, вимагає великої затрати часу. Застосування зварювання під флюсом для з'єднання малої довжини недоцільно, оскільки коефіцієнт наплавлення і продуктивність зварювання в захисному газі вище, ніж у зварювання під флюсом. Для зварювання стали 09Г2С застосовують зварювання плавким електродом в суміші газів (суміш 82% аргону і 18% діоксиду вуглецю). Зварювання ведуть на постійному струмі зворотної полярності, використовуючи режими, що забезпечують струменеве перенесення електродного металу

3. За результатами розрахунку режимів зварювання провели аналіз ЗТВ. Згідно діаграми термодинамічного перетворення аустеніту сталі 09Г2С, отримуємо ферліто-перлітну структуру з незначним вмістом бейніту, твердістю $HV = 315-310$ (по Вікерсу). Судячі з цього ми отримуємо надійні та міцні зварні з'єднання. Обрані зварювальні матеріали, дріт Св-08Г2С фізико-хімічні властивості якого наближені до основного металу. Для виконання механізованого зварювання обрано зварювальний апарат WARRIOR 500 ICC/CV ESAB

Обрані зварювальні технології, матеріали, устаткування, та контроль якості, забезпечить якісне виготовлення кронштейну.

Розраховано, захистне заземлення. Загальний опір захисного заземлення $R_{\text{зах}}$, що складається з 17-ти вертикальних заземлювачів діаметром 12 мм, довжиною 3,5 м, розташованих "по контуру", з'єднаних горизонтальним електродом у вигляді смуги шириною 40 мм, довжиною 62,5 м, дорівнює 3,5 Ом, що забезпечує надійний захист персоналу від ураження електричним струмом при замиканні на корпус зварювального інвектора, яка живиться від електричної мережі напругою до 1000 В і з допустимим значенням опору $R_{\text{зах}} \leq 4$ Ом.

Виконано розрахунок собівартості виконання сбирально зварювальних робіт, собівартості затрачених зварювальних матеріалів, та обладнання для кронштейну під електропривід. Собівартість річної програми випуску виробів в кількості 100 шт. складає 216634,03 грн.

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел:

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Електропривід>
2. Технология металлов и материаловедение. Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьяков А.В. и др. М.: Металлургия, 1987.
3. ГОСТ 27772-88. Прокат стальных строительных конструкций. Общие технические условия. – С. 13.
4. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др; Под общ. ред. В. Г. Сорокина. — М.: Машиностроение, 1989. — 640 с.
5. Макаров Э.Л. Теория свариваемости сталей и сплавов / Э.Л. Макаров, Б.Ф. Якушин; под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 487, [1] с.: ил.
6. Николаев Г.А. и др.. Расчет, проектирование и изготовление сварных конструкций. Учеб. пособие для машиностроит. Вузов. М., «Высш. школа», 1971.
7. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов / Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Ведеников и др.; Под общ. ред. Е.И. Беленя. – 6-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 560.
8. Куркин С.А. Технология, механизация и автоматизация производств сварных конструкций: Атлас: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / С.А. Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
9. <https://studfile.net/preview/5025290/page:4/>
10. Куркин С.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: Учеб. для вузов / С.А. Куркин, Николаев Г.А. – М.: Высш. шк., 1991. – 398.
11. Сборка и сварка корпусов судов. Мацкевич В.Д. 1968
12. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977.
13. Костін О.М. Зварювальні матеріали: Навч. Посібник. – Миколів: НУК, 2004.- 225с.
14. <https://metaladvice.com/forms-of-preparation-of-edges-for-welding-correct-preparation-of-the-metal-for-welding/>
15. Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра за напрямом підготовки 6.050504 "Зварювання" / С.В. Драган, Г.В. Єрмолаєв, Ж.Г. Голобородько, М.В. Матвієнко, С.А. Лой, В.Я. Сагань. – Миколаїв : НУК, 2015. – 69 с.
16. Лебедев Ю.М., Лебедева В.Ф., Лой С.А. Розрахунки теплових процесів при зварюванні: Методичні вказівки до виконання курсової роботи. – Миколаїв: НУК, 2008. – 64 с.
17. <https://uk.top-home-tips.com/7926504-how-is-non-destructive-testing-of-welded-joints-of-pipelines#:~:text=Неруйнівний%20ультразвуковий%20метод%20контролю%20зварних,і%20розсіюватися%20на%20кордонах%20дефектів.>

					ДП 6.131.2127СТ.11.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

18. Бугаєнко Б.В., Сагань В.Я. Технологічні процеси зварювального виробництва: Методичні вказівки до виконання курсового проекту. – Миколаїв: НУК, 2010. – 53 с.

19. <https://refy-free.ru/tehnika-bezpeki-pri-zvaryuvanni.html>

20. Технологія зварювання суднових корпусних конструкцій (проектування і організація) : навчальний посібник / С. В. Драган, Ж. Г. Голобородько, І. В. Сімутенков ; під заг. ред. С. В. Драгана. – Миколаїв : НУК, 2017. – 328 с.


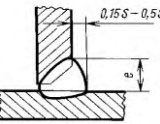
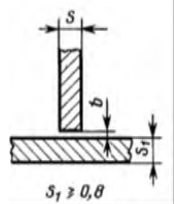
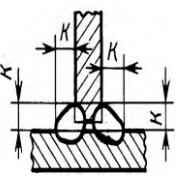
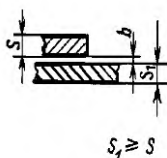
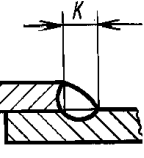
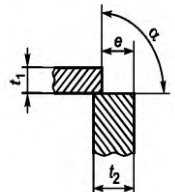
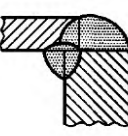
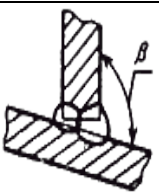
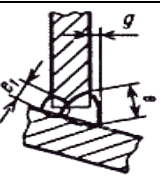
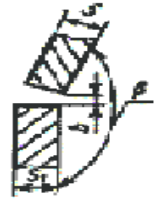
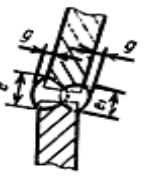
					ДП 6.131.2127СТ.11.05.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

[illegible]

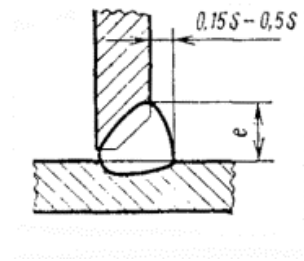
					ДП 6.131.2127СТ.11.05.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Додатки	Літ.	Арк.	Акрушів
Студент		Ковіненко С.О.					70	6
Керівник		Мартиненко.В.О						
Консульт		.						
Н контр		.						
Зав.кафед		Квасницький В.Ф				НУК ім. Адм. Макарова		

ЗВАРНІ З'ЄДНАННЯ

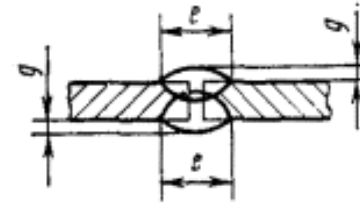
Зварне з'єднання №	Умовне позначення зварного з'єднання за ГОСТ	Конструктивні елементи		S_1 , мм	S_2 , мм	b , мм	K , мм	e , мм	c , мм	g , мм	Кут з'єднання дет., β , град.
		Підготовка крайок зварювальних деталей	шва зварного з'єднання								
1	T6			16	30	1	-	16	2	2	45°
2	T3			16	16	1	8				
3	H1			20	10	1	10	-	-	-	-
4	Y5			30	20	1	-	-	-	-	-
5	T2			16	30	-	-	10, 8	-	-	10°
6	Y3			20	20	2	-	24	-	-	170°

РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ ЗВАРЮВАННЯ

Механізоване зварювання в суміші захисних газів 88%Ar + 18%CO₂; електрод – дріт суцільного перерізу



З'єднання (№1) T6



З'єднання (№6) C7

Сила струму	Напруга на дузі	Швидкість зварювання	Швидкість подачі дроту	Кількість проходів	Продуктивність наплавлення	Погонна енергія
$I_{зв.} = \frac{\pi d_e^2}{4} j, \quad A$	$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_e}} I_{зв} \pm 1, \quad B$	$V_{зв.} = \frac{\alpha_H \cdot I_{зв}}{\gamma \cdot F_i}, \quad m/год$	$V_{под} = \frac{4 \alpha_p \cdot I_{зв}}{\gamma \cdot \pi d_e^2}, \quad m/год$	$n = \frac{F_n - F_1}{F_1} + 1$	$q_n = \frac{I_{зв.} U_d \eta}{V_{зв}}, \quad Дж/см$	$G_H = \alpha_H I_{зв.} 10^{-3}, \quad кк/год$

РОЗРАХУНКОВІ РЕЖИМИ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

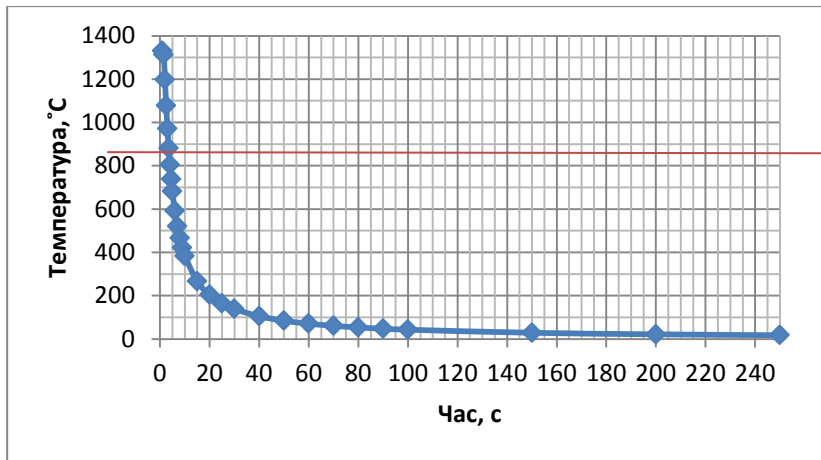
Зварювання	Шов	$I_{зв.}, A$	U_d, B	$V_{зв.} m/год$	$V_{др.} m/год$	n	$q_n, Дж/см$
ДСТУ ISO	№1	214	30	14,9	415	5	10858
4063 - 131	№6	203	29	14	378	2	10597

РОЗРАХУНОК ТЕРМІЧНОГО ЦИКЛУ

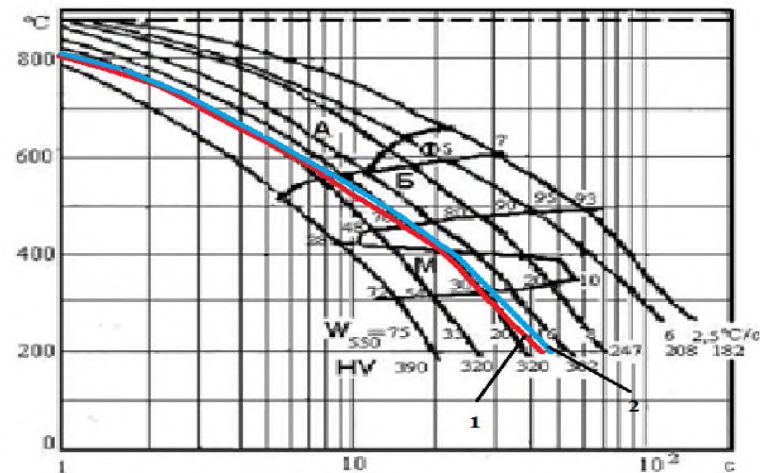
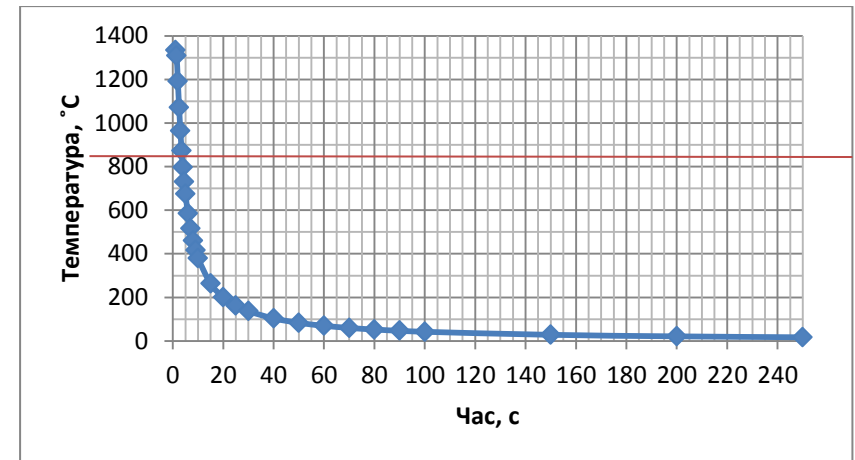
РОЗРАХУНКОВІ ФОРМУЛИ

Розрахунок ефективної теплової потужності нагрівання виробу	Початкова точка	Розрахунок температури в часі в якій-небудь точці тіла
$q = I_{зв} \cdot U_o \cdot \eta$	$r_0 = \sqrt{\frac{0,368 \cdot q_{эф}}{\frac{\pi}{2} \cdot V_{зв} \cdot c \gamma T_n}}$	$T(r_0, t) = \frac{q}{2\pi\lambda V t} \exp\left(-\frac{r_0^2}{4at}\right)$

Термічний цикл точки ЗТВ шов №1, що нагрівається до температури 1350 С



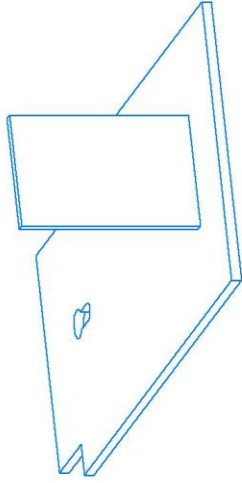
Термічний цикл точки ЗТВ шов №6, що нагрівається до температури 1350 С



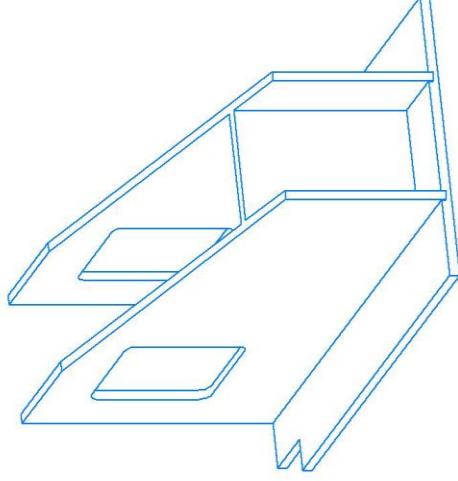
Ковіненко С.О.2127ст

Діаграма термкінетичного перетворення аустеніту сталі 09Г2С .1 -шов №1, 2-шов №6.

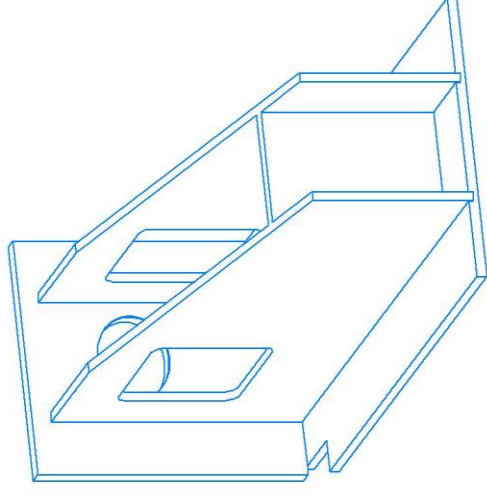
ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КРОНШТЕЙНУ



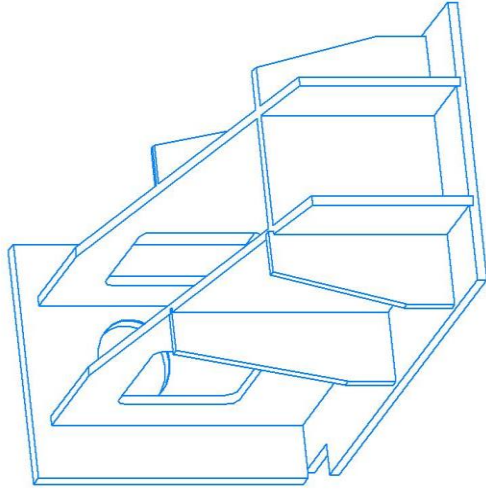
Встановлення діафрагми



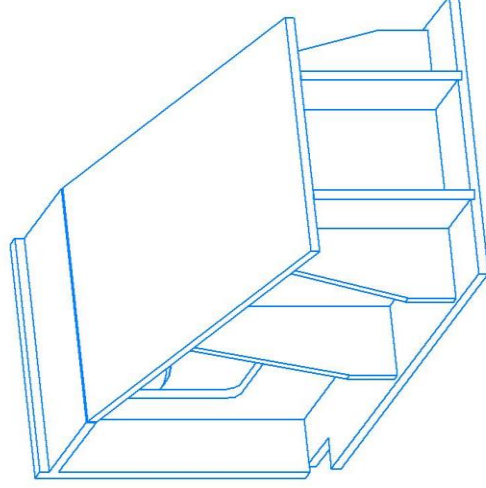
Складання стінок



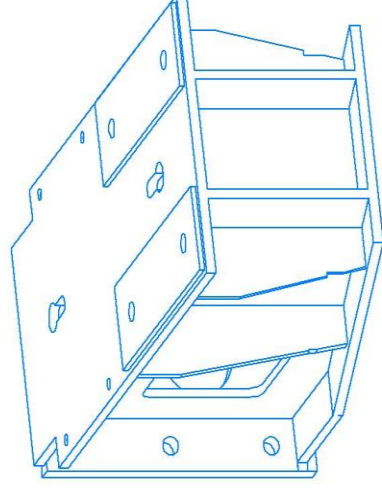
Монтаж фланця



Монтаж ребер жорсткості та зварювання кронштейну



Монтаж нижнього поясу та зварювання



Установка і зварювання плінок

**РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ВИКОНАННЯ
СКЛАДАЛЬНИХ І ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ ПІД ЧАС
ВИГОТОВЛЕННЯ КРОНШТЕЙНУ ПІД
ЕЛЕКТРОПРИВОД**

Найменування статей витрат	Величина значення показника, грн.
Зварювальні матеріали	148650
Витрати на технологічну електроенергію	575
Основна заробітна плата	58364
Амортизаційні відрахування	4856,98
Витрати на поточний ремонт	4188,05
Технологічна собівартість на один виріб	2166,34
Технологічна собівартість річного випуску продукції	216634,03